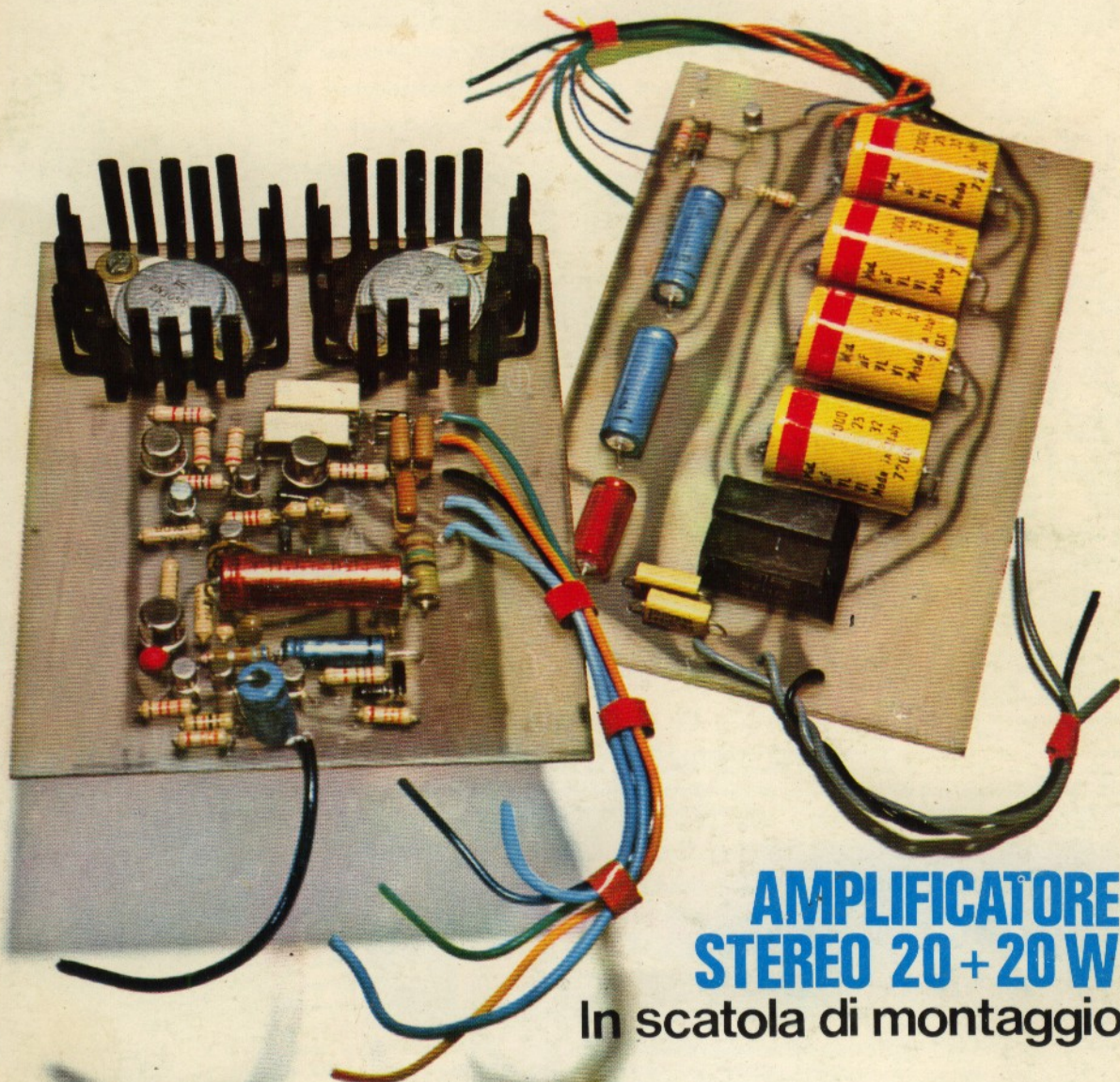
ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETTRONICA - RADIO - TELEVISIONE

ANNO I - N. 2 - MAGGIO 1972 - Sped. in Abb. Post. Gr. III

Lire 400

AMPLIFICATORE STEREO 20 + 20 W
In scatola di montaggio

SEGRETERIA TELEFONICA AUTOMATICA

TRASMETTITORE IN FONIA
POTENZA: 20 W

MILANO ICE ITALY

Supertester 680 R / ATTENZIONE *R come Record* !!

II SERIE CON CIRCUITO RIBALTABILE !!

4 Brevetti Internazionali - Sensibilità 20.000 ohms x volt

STRUMENTO A NUCLEO MAGNETICO schermato contro i campi magnetici esterni !!!
Tutti i circuiti Voltmetrici e amperometrici di questo nuovissimo modello 680 R montano **RESISTENZE A STRATO METALLICO** di altissima stabilità con la **PRECISIONE ECCEZIONALE DELLO 0,5%** !!

IN QUESTA NUOVA SERIE IL CIRCUITO STAMPATO PUÒ ESSERE RIBALTATO SENZA ALCUNA DISSALDATURA E CIÒ PER FACILITARE L'EVENTUALE SOSTITUZIONE DI QUALSIASI COMPONENTE !

Record di **ampiezza del quadrante e minimo ingombro !** (mm. 128x95x32)
Record di **precisione e stabilità di taratura !** (1% in C.C. - 2% in C.A.!)
Record di **semplicità, facilità di impiego e rapidità di lettura !**
Record di **robustezza, compattezza e leggerezza !** (300 grammi)
Record di **accessori supplementari e complementari !** (vedi sotto)
Record di **protezioni, prestazioni e numero di portate !**

10 CAMPI DI MISURA E 80 PORTATE !!!

VOLTS C.A.: 11 **portate:** da 2 V. a 2500 V. massimi.
VOLTS C.C.: 13 **portate:** da 100 mV. a 2000 V.
AMP. C.C.: 12 **portate:** da 50 μA a 10 Amp.
AMP. C.A.: 10 **portate:** da 200 μA a 5 Amp.
OHMS: 6 **portate:** da 1 decimo di ohm a 100 Megaohms.
Rivelatore di REATTANZA: 1 **portata:** da 0 a 10 Megaohms.
CAPACITA': 6 **portate:** da 0 a 500 pF - da 0 a 0,5 μF e da 0 a 50.000 μF in quattro scale.
FREQUENZA: 2 **portate:** da 0 a 500 e da 0 a 5000 Hz.
V. USCITA: 9 **portate:** da 10 V. a 2500 V.
DECIBELS: 10 **portate:** da — 24 a + 70 dB.

Inoltre vi è la possibilità di estendere ancora maggiormente le prestazioni del **Supertester 680 R** con accessori appositamente progettati dalla I.C.E. Vedi illustrazioni e descrizioni più sotto riportate. Circuito elettrico con speciale **dispositivo per la compensazione degli errori dovuti agli sbalzi di temperatura.**
Speciale bobina mobile studiata per un pronto smorzamento dell'indice e quindi una rapida lettura. Limitatore statico che permette allo strumento indicatore ed al raddrizzatore a lui accoppiato, di poter sopportare sovraccarichi accidentali od erronei anche **mille** volte superiori alla portata scelta!!!

IL TESTER PER I TECNICI VERAMENTE ESIGENTI !!!

Strumento antiurto con speciali sospensioni elastiche. Fusibile, con cento ricambi, a protezione errate inserzioni di tensioni dirette sul circuito ohmetrico. Il marchio « I.C.E. » è garanzia di superiorità ed avanguardia assoluta ed indiscussa nella progettazione e costruzione degli analizzatori più completi e perfetti.
PREZZO SPECIALE propagandistico **L. 14.850** franco nostro stabilimento completo di puntali, pila e manuale d'istruzione. Per pagamenti all'ordine, od alla consegna, **omaggio del relativo astuccio** antiurto ed antimacchia in resinpelle speciale resistente a qualsiasi strappo o lacerazione. Detto astuccio da noi **BREVETTATO** permette di adoperare il tester con un'inclinazione di 45 gradi senza doverlo estrarre da esso, ed un suo doppio fondo non visibile, può contenere oltre ai puntali di dotazione, anche molti altri accessori. Colore normale di serie del **SUPERTESTER 680 R:** amaranto; a richiesta: grigio.

ACCESSORI SUPPLEMENTARI DA USARSI UNITAMENTE AI NOSTRI "SUPERTESTER 680"

PROVA TRANSISTORS E PROVA DIODI *Transtest* **MOD. 662 I.C.E.** Esso può eseguire tutte le seguenti misure: Icbo (Ico) - Iebo (Ieo) - Iceo - Ices - Icer - Vce sat - Vbe hFE (β) per i TRANSISTORS e Vf - Ir per i diodi. Minimo peso: 250 gr. - Minimo ingombro: 128 x 85 x 30 mm. - **Prezzo L. 8.200** completo di astuccio - pila - puntali e manuale di istruzione.

VOLTMETRO ELETTRONICO con transistori a effetto di campo (FET) **MOD. I.C.E. 660.** Resistenza d'ingresso = 11 Mohm - Tensione C.C.: da 100 mV. a 1000 V. - Tensione picco-picco: da 2,5 V. a 1000 V. - Ohmetro: da 10 Kohm a 10000 Mohm - Impedenza d'ingresso P.P = 1,6 Mohm con circa 10 pF in parallelo - Puntale schermato con commutatore incorporato per le seguenti commutazioni: V-C.C.; V-picco-picco; Ohm. Circuito elettronico con doppio stadio differenziale. - **Prezzo netto propagandistico L. 14.850** completo di puntali - pila e manuale di istruzione.

TRASFORMATORE I.C.E. MOD. 616 per misure amperometriche in C.A. Misure eseguibili: 250 mA. - 1-5-25-50 e 100 Amp. C.A. - Dimensioni 60 x x 70 x 30 mm. - Peso 200 gr. **Prezzo netto L. 4.800** completo di astuccio e istruzioni.

AMPEROMETRO A TENAGLIA *Amperclamp* per misure amperometriche immediate in C.A. senza interrompere i circuiti da esaminare - 7 portate: 250 mA. - 2,5-10-25-100-250 e 500 Amp. C.A. - Peso: solo 290 grammi. Tascabile! - **Prezzo L. 9.400** completo di astuccio, istruzioni e riduttore a spina Mod. 29.

PUNTALE PER ALTE TENSIONI MOD. 18 I.C.E. (25000 V. C.C.)

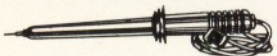
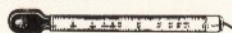
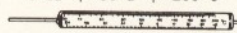
Prezzo netto: **L. 3.600**

LUXMETRO MOD. 24 I.C.E. a due scale da 2 a 200 Lux e da 200 a 20.000 Lux. Ottimo pure come esposimetro!!

Prezzo netto: **L. 4.800**

SONDA PROVA TEMPERATURA istantanea a due scale:
da — 50 a + 40 °C
e da + 30 a + 200 °C

Prezzo netto: **L. 8.200**

SHUNTS SUPPLEMENTARI (100 mV.) **MOD. 32 I.C.E.** per portate amperometriche: 25-50 e 100 Amp. C.C.

Prezzo netto: **L. 2.900 cad.**

OGNI STRUMENTO I.C.E. È GARANTITO.
RICHIEDERE CATALOGHI GRATUITI A:

I.C.E. VIA RUTILIA, 19/18 20141 MILANO - TEL. 531.554/5/6

Amici lettori

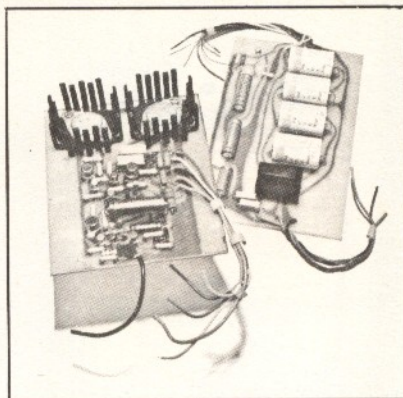
Elettronica Pratica ha ricevuto il suo battesimo!
Nata in un clima di entusiasmo, forgiata nell'operosità di chi al lavoro si dedica umilmente e con sincerità, la nostra Rivista è stata accolta ovunque e da tutti con amore. Cioè con dedizione appassionata ed esclusiva, istintiva ed intuitiva, volta ad accendere e assicurare, tra noi e voi, un legame di amicizia duratura, un'atmosfera di fiducia e di stima reciproca.
E pur sentendoci i promotori di un dialogo che per noi, già condizionato da vicende editoriali più o meno felici, è iniziato da oltre un decennio, non speravamo in un così grande successo.
Soprattutto perché le prime fasi sono sempre le più impegnative e le più difficili, quelle in cui si può facilmente sbagliare e divenire immeritevoli di comprensione.
A tutti voi, dunque, rivolgiamo il nostro più sentito ringraziamento, assicurandovi che Elettronica Pratica farà sempre di tutto per mantenere vivo lo scambio reciproco di idee, per sollecitare la collaborazione attiva, per ascoltare ogni suggerimento, per sensibilizzare sempre di più noi e voi al piacere dell'elettronica, al di là dei livelli normalmente proposti ed accettati da qualsiasi altra organizzazione. Perché è nostro intendimento di andare « oltre », di fare « meglio», di offrire «di più» ed a «migliori condizioni».

IL DIRETTORE

ELETTRONICA PRATICA

Rivista mensile per gli appassionati di elettronica — radio — televisione

ANNO 1 - N. 2 - MAGGIO 1972

LA COPERTINA - Per soddisfare le esigenze di molti lettori, i nostri tecnici si sono prodigati, questa volta, nella progettazione e nell'approntamento di una scatola di montaggio per amplificatore stereo Hi-Fi veramente di classe e di prezzo assolutamente imbattibile. Il programma tecnico-editoriale si articola in due puntate. In questo mese presentiamo e poniamo in vendita tutti gli elementi necessari per la realizzazione dell'alimentatore e dell'amplificatore di potenza.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

impaginazione e fotografie
STUDIO WILSAN - MILANO

stampa
SELENGRAF S.R.L.
CAVATIGOZZI CR.

Fotolito CARRERA E BOFFI

distribuzione - **MARCO A. & G. - Via FILZI 25/a 20124 MILANO** - autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-2-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

UNA COPIA L. 400
ARRETRATO L. 500

ABBONAMENTO ANNUO (12 numeri) PER L'ITALIA L. 4.200.

ABBONAMENTO ANNUO (12 numeri) PER L'ESTERO L. 7.000.

DIREZIONE — AMMINISTRAZIONE — PUBBLICITA' — VIA ZURETTI 52 — 20125 MILANO.

•

Sommario

ANALIZZATE I VOSTRI TRANSISTOR

Tranne rarissimi casi in cui la custodia di un transistor appare danneggiata, nessun elemento valido per una diagnosi, anche superficiale, del componente è possibile con la semplice osservazione diretta. Non serve a nulla guardare ed esaminare esteriormente un transistor con lo scopo di ricercarne un guasto o un difetto. E chi lo fa non può essere altro che un appassionato o un tecnico abituato con le valvole termoioniche. Perché in queste è sempre possibile notare, ad occhio nudo, l'interruzione del filamento o un cortocircuito fra gli elettrodi interni.

Per analizzare un transistor, cioè per conoscerne le condizioni elettriche interne, occorrono particolari strumenti, così come un tempo per la valvola esisteva il classico provavalvole.

Ma l'analisi del transistor non è limitata alla conoscenza delle sue caratteristiche elettriche, perché in molti casi è necessario procedere al lavoro di « selezione » dei componenti, per riconoscere quelli che rientrano nelle strette tolleranze imposte dall'applicazione.

QUANDO UN TRANSISTOR E' DANNEGGIATO

I danni che possono capitare ad un transistor sono molteplici. Può staccarsi un elettrodo, può verificarsi una perdita del guadagno, può aumentare una corrente di fuga. Ma il danno più co-

Realizzando questo apparato avrete la possibilità di controllare se...

- UN TRANSISTOR E' IN OTTIME CONDIZIONI
- UN TRANSISTOR E' LEGGERMENTE DANNEGGIATO
- UN TRANSISTOR E' APERTO
- UN TRANSISTOR E' IN CORTOCIRCUITO

Avrete inoltre la possibilità di selezionare i vostri transistor e di valutarne il guadagno.

mune, ed anche il più probabile, rimane sempre la fusione di una o più giunzioni interne del componente a causa di eccessive sollecitazioni elettriche o termiche. In ogni caso tutti questi danni non sono assolutamente riscontrabili con l'uso del tester, perché un guasto del transistor non sempre modifica in modo apprezzabile i valori resistivi, quelli di tensione e di corrente misurabili sugli elettrodi. Capita invece che un transistor danneggiato rifletta il danno su tutti i valori di tensioni e correnti del circuito in cui esso è montato. Ciò rende molto difficile l'intervento del riparatore che, alle volte, è tentato a sostituire tutti i transistor, perché tralasciandone uno si potrebbero danneggiare tutti gli altri. E' il caso degli stadi amplificatori finali privi di trasformatore di potenza. Diviene dunque indispensabile l'uso di uno strumento in grado di valutare esattamente le condizioni di efficienza di un transistor. E questo strumento deve essere soprattutto in grado di misurare la corrente di fuga del transistor, cioè di controllare la sua tenuta quando si applica una tensione fra emittore e collettore a base aperta.
Tale corrente, in un transistor perfettamente efficiente, è assai debole, purché nell'usare lo strumento si rimanga al di sotto dei limiti massimi previsti dal costruttore per la tensione collettore-emittore.
Nei casi più comuni questi limiti rimangono al di sopra dei 10 V.
Ma lo strumento analizzatore deve essere anche in grado di polarizzare il transistor per valutarne il guadagno statico in corrente, che costituisce un dato sintomatico sull'efficienza del componente in esame.
I tipi di analisi fin qui accennati sono sufficienti nella maggior parte dei casi, dato che i difetti più comuni si manifestano sempre attraverso un aumento della corrente di fuga o una diminuzione del guadagno di corrente o, ancora, attraver-

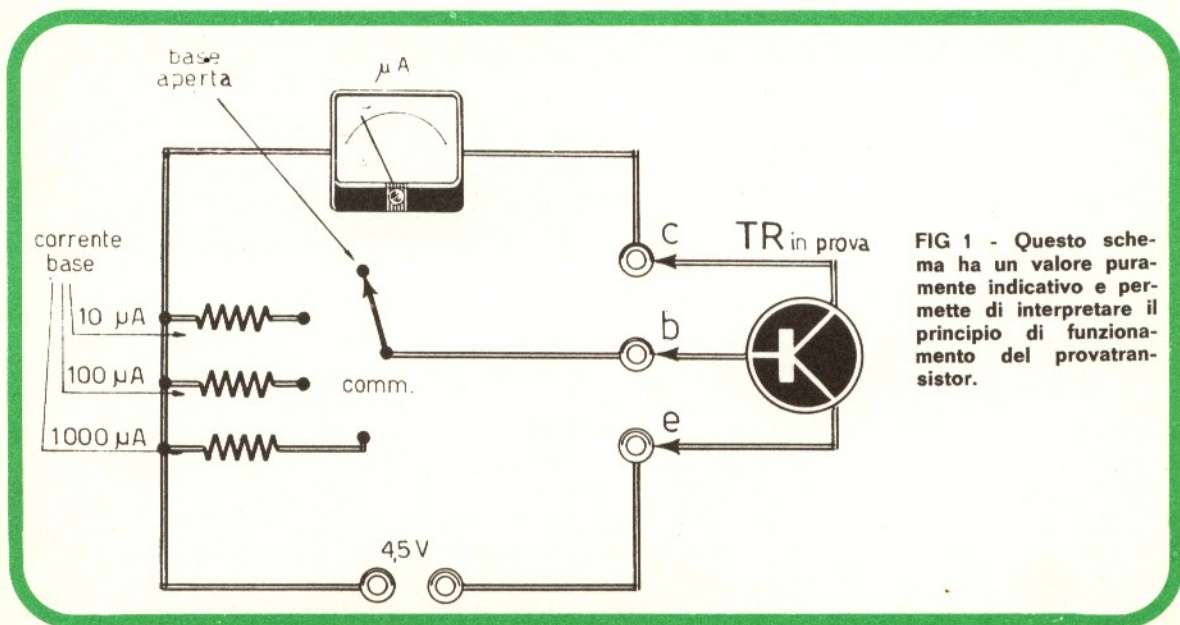
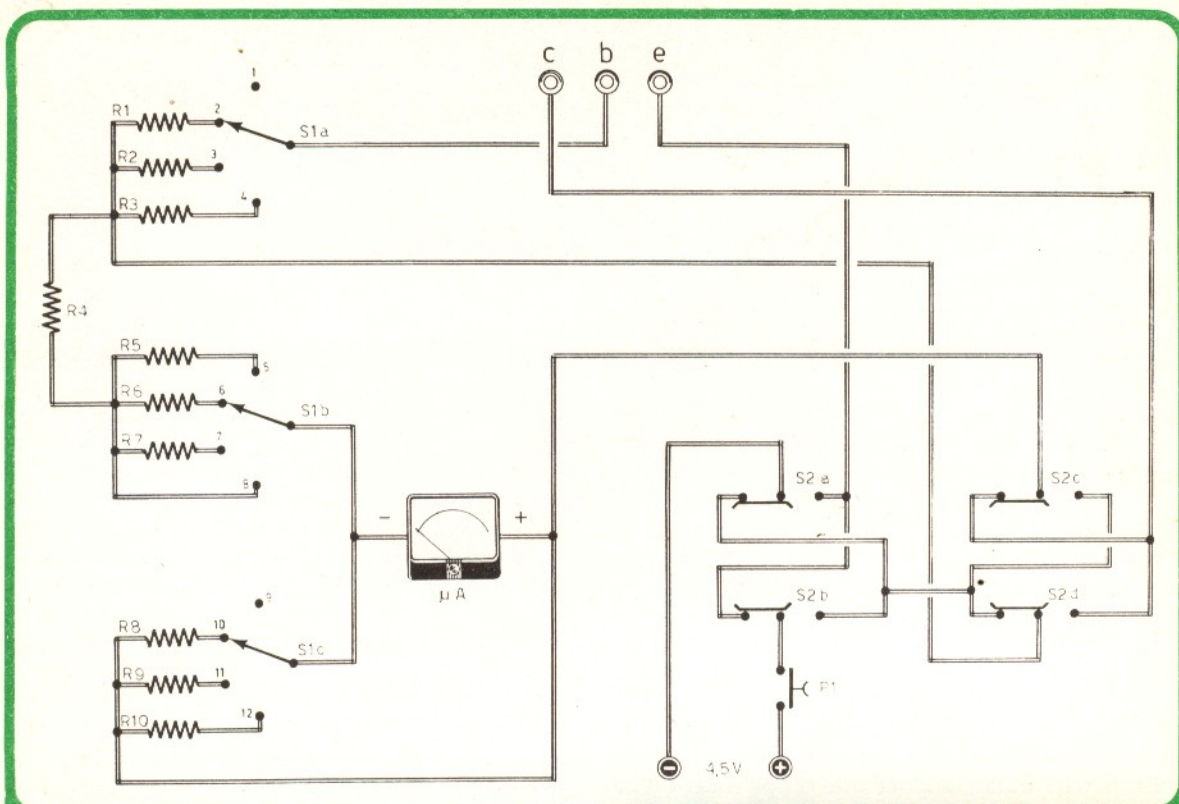



FIG 1 - Questo schema ha un valore puramente indicativo e permette di interpretare il principio di funzionamento del provatransistor.

COMPONENTI

R1	=	47 ohm
R2	=	4.700 ohm
R3	=	470 ohm
R4	=	22 ohm
R5	=	8.000 ohm
R6	=	4.700 ohm
R7	=	470 ohm
R8	=	470 ohm
R9	=	20 ohm
R10	=	2 ohm
µA	=	microamperometro (500 µA fondo-scala)
S1	=	commutatore multiplo (4 posiz. - 3 vie)
S2	=	commutatore a slitta (2 posiz. - 4 vie)
P1	=	pulsante

FIG. 2 - Questo è il progetto completo del nostro provatransistor. Esso permette di analizzare le condizioni elettriche di tutti i tipi di transistor, PNP e NPN, di piccola, media e grande potenza. Il commutatore S1 permette di effettuare le varie prove dei transistor, mentre con S2 si predispone lo strumento per l'analisi dei transistor di tipo PNP e NPN. Con il pulsante P1 si evita di sollecitare eccessivamente il semiconduttore in esame, alimentando il circuito per quel breve lasso di tempo necessario ad effettuare una precisa lettura sul microamperometro.

so un cortocircuito o una interruzione. Tutti questi elementi sono immediatamente rilevabili con il provatransistor qui presentato e descritto.

SELEZIONE DEI TRANSISTOR

Quando si utilizzano i transistor per la realizzazione degli amplificatori, sorgono inevitabilmente due grossi problemi. Il primo è quello della stabilità elettrica dello stadio; il secondo è quello che si presenta negli stadi complementari, differenziale o finali in controfase, vale a dire il problema di richiedere coppie di transistor con cacaratteristiche elettriche pressoché identiche.

Come è noto, la stabilità è in funzione del guadagno del transistor; ciò significa che, nel progettare lo stadio amplificatore e allo scopo di dosare opportunamente la controreazione o la frequenza di taglio superiore, occorre conoscere il guadagno del transistor con una precisione che è in stretta relazione con le caratteristiche del circuito.

Molto spesso, per ridurre il numero degli stadi

amplificatori, si ricorre all'uso di transistor che presentano i valori massimi di guadagno nella gamma prevista dal costruttore; in questi casi è necessario selezionare i transistor e scegliere soltanto quelli che sono dotati di un guadagno di valore massimo. Questo è il motivo per cui, molto spesso, su taluni progetti commerciali, in corrispondenza di taluni transistor, è presente l'indicazione hFE maggiore di..., oppure « beta » maggiore di...
Molti costruttori risolvono questi problemi selezionando in due, tre o quattro classi, a seconda del guadagno, i transistor di uno stesso tipo. Ad esempio, BC109A, BC109B, BC109C.
Questa selezione, il più delle volte è sufficiente per il progettista. Ma per i transistor non selezionati dal costruttore, oppure quando si pretendono tolleranze più ristrette, occorre servirsi di uno strumento che misuri il guadagno.
La necessità di utilizzare transistor con caratteristiche identiche o analoghe, per gli stadi PNP-NPN, è particolarmente risentita negli stadi finali di potenza per bassa frequenza, muniti di trasformatore d'uscita oppure sprovvisti di trasformatore. In particolare, per gli amplificatori di una certa potenza è necessario un elevato accoppiamento anche per i transistor pilota. Infatti, se le caratteristiche di due o più transistor, montati negli stadi in controfase, non sono sufficientemente identiche, si generano distorsioni, perché una semionda verrebbe amplificata in modo diverso dall'altra e la distorsione dell'amplificatore risulterebbe inaccettabile.
Queste considerazioni sono valide soprattutto quando l'amplificatore è di tipo ad elevato guadagno, cioè quando esso lavora con bassi valori di controreazione.
I costruttori risolvono parzialmente questo problema preparando e immettendo in commercio coppie già selezionate di transistor pilota e finali; ma non tutti i tipi di transistor vengono forniti già selezionati in coppia, perché tale servizio viene fatto soprattutto per i transistor di grande potenza, ove il problema è maggiormente risentito. Non è raro il caso, poi, in cui lo stadio finale faccia uso di più di due transistor; in tal caso neppure la selezione effettuata dal costruttore è sufficiente. Dunque, è più che mai risentita in tutti questi casi la presenza di uno strumento provatransistor.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Il principio di funzionamento del nostro provatransistor è illustrato nel disegno di figura 1.
Per misurare la corrente di fuga I_{CBO}, cioè la corrente di collettore del transistor TR in prova, a base aperta, occorre applicare una tensione sufficientemente elevata fra l'emittore e il collettore, senza collegare la base. Come si può facilmente notare, osservando lo schema di principio di figura 1, è sufficiente porre il commutatore nella posizione libera (base aperta), per ottenere la condizione citata.
In serie con il collettore si trova inserito nel circuito un microamperometro (μA), il quale serve per valutare la corrente.
Questa corrente varia di intensità fra un transistor e l'altro; generalmente essa è debole per i transistor di piccola potenza, essendo compresa fra le frazioni di μA e i pochi μA, mentre è più intensa per i transistor di potenza, nei quali può salire fino ad alcuni mA. Ed occorre ancora ricordare che la corrente è più debole per i transistor al silicio, con elevate tensioni di funzionamento, mentre è più forte per i transistor al germanio, che hanno tensioni limiti inferiori. In ogni caso la corrente dipende in gran parte dalla temperatura; ciò significa che queste prove debbono tener conto della temperatura ambiente e debbono essere eseguite per prime, quando il provatransistor non si è ancora riscaldato.
Si tenga conto che un aumento di temperatura di una ventina di gradi può determinare un aumento della corrente di fuga di un centinaio di volte.
Ma le case costruttrici forniscono quasi sempre questo dato il quale viene citato anche nell'elenco delle caratteristiche sommarie del componente.
Quando si sposta il commutatore verso una delle tre resistenze, la base del transistor risulta collegata con un morsetto della pila di alimentazione e si polarizza il collettore. In tal modo, nella base del transistor, fluisce una corrente che è principalmente determinata dalla tensione di alimentazione del circuito e, in parte, dal valore della resistenza inserita, tramite il commutatore, sulla base del transistor TR in prova.
Una scelta opportuna del valore della resistenza permette di ottenere una corrente di valore aggirantesi intorno ai 10 μA, con un'approssimazione sufficiente per gli scopi che ci siamo prefissi. Avviene così che, dopo aver provocato una corrente di base dell'ordine di 10 μA, misurando la corrente di collettore, tramite il microamperometro inserito in serie ad esso, è possibile formarsi un'idea abbastanza precisa del guadagno del transistor, che è rappresentato dal rapporto fra la corrente di collettore e quella di base.
Spostando il commutatore sulle altre resistenze, si ottengono altri valori di correnti di base, anche molto più elevate, ma sempre contenute entro limiti che non possono danneggiare i vari tipi di transistor in prova.

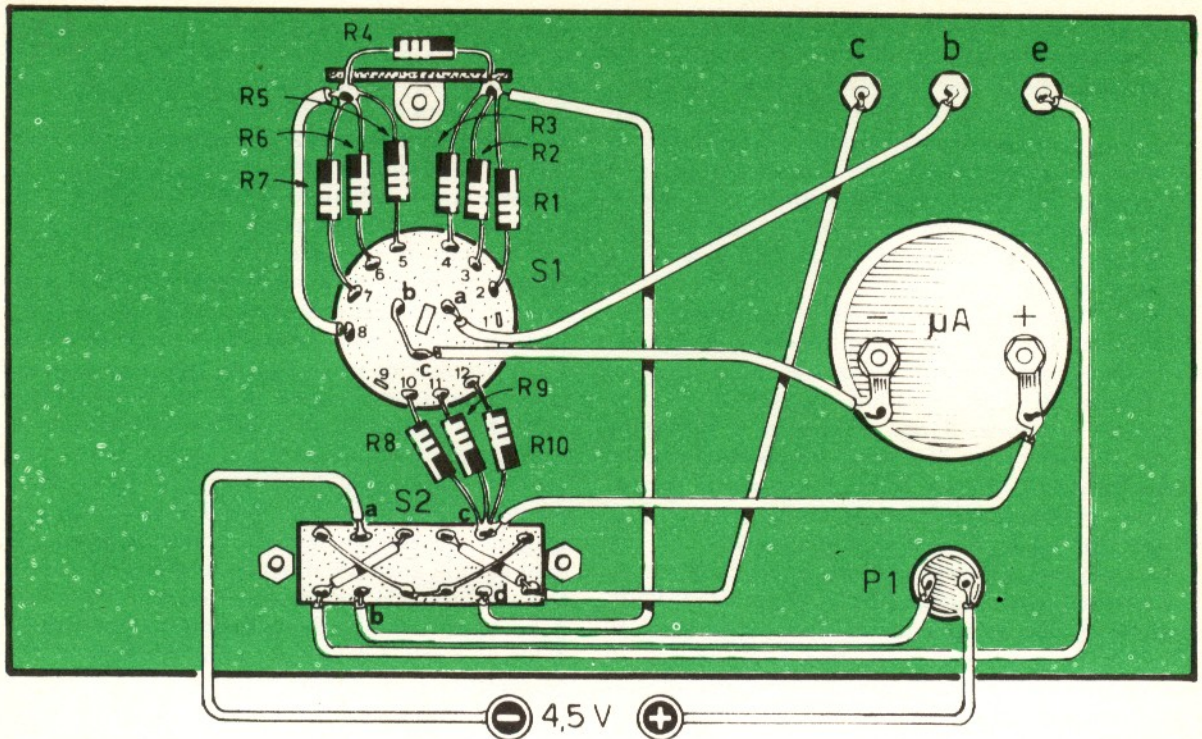



FIG 3 - Sul pannello frontale del provatransistor vi sono i tre comandi dell'apparato: il commutatore multiplo S1, il commutatore S2 ed il pulsante P1. Il microamperometro è uno strumento da 500 μA fondo-scala. Sopra di esso sono applicate le tre boccole per l'innesto dei terminali di emittore, base e collettore del transistor in prova.

Ma del transistor si debbono conoscere tutti i tre punti di lavoro, in modo da ottenere una indicazione precisa dell'andamento della caratteristica I_C, in funzione di I_B, così da poterla confrontare con quella tipica del transistor in esame. Ma i punti di lavoro, coperti dallo strumento, sono quelli nei quali più comunemente vengono impiegati i transistor. Dunque, il nostro provatransistor, pur non sollecitando eccessivamente i transistor, anche in virtù della bassa tensione V_{CE}, e pur non superando i limiti di sicurezza, anche per i componenti più... fragili, è in grado di permettere una selezione che conduce all'accoppiamento dei transistor per quegli usi che richiedono anche notevoli gradi di accoppiamento. E vogliamo qui ricordare che la caratteristica principale del provatransistor è quella di poter essere utilizzato senza particolari cautele nella prova di qualsiasi transistor di tipo normale, con una disposizione circuitale semplicissima.

Il nostro strumento permette anche di ottenere una selezione in rapporto al guadagno statico di corrente, quando non sia richiesta una notevole precisione. Infatti, se per il confronto di due transistor gli errori dello strumento non assumono particolare importanza, mentre di esso conta solo il potere di discriminazione e stabilità che, nel nostro caso, sono assolutamente sufficienti, per le misure in assoluto le semplificazioni circuitali, dovute soltanto a motivi di economia, rendono inadatto il provatransistor per le misure di alta precisione.

APPLICAZIONE DEL CIRCUITO

Lo schema rappresentato in figura 1 è soltanto uno schema indicativo, che permette di assimilare i concetti fondamentali che regolano il funzionamento del nostro provatransistor. Lo schema rappresentato in figura 2, invece, è il progetto vero e proprio del provatransistor. E il lettore noterà subito una certa differenza nella complessità dei due progetti. Nello schema di figura 2, infatti, si sono dovuti aggiungere un commutatore e alcune resistenze.

Il commutatore permette di valutare le caratteristiche elettriche dei transistor di tipo PNP e quelli di tipo NPN; le resistenze permettono di adeguare la portata dello strumento alle varie misure, limitando opportunamente il valore della corrente.
Il circuito dispone di due commutatori multipli: S1 - S2. Il primo di questi permette di effettuare le varie prove dei transistor; il secondo permette di predisporre lo strumento per l'analisi dei transistor di tipo PNP e NPN.
Il commutatore multiplo S1 è composto da tre sezioni, ognuna delle quali presenta quattro posizioni diverse.
La sezione S1a stabilisce i collegamenti con la base del transistor in prova. Nella via 1 la base non è collegata e tale posizione del commutatore corrisponde alla misura della corrente I_{CBO}. Le altre tre vie permettono di collegare tre diverse resistenze alla base del transistor in prova; queste resistenze sono collegate, con il terminale opposto, alla tensione di alimentazione positiva o negativa, a seconda della posizione del commutatore S2. Si riesce in tal modo a valutare il guadagno statico di corrente ad emittore comune. I valori delle resistenze R1-R2-R3 sono stati scelti in modo da ottenere tre diverse correnti di base: quelle richieste dal transistor in esame.
La seconda sezione S1b del commutatore multiplo permette di collegare, in serie allo strumento, una resistenza di opportuno valore. Osservando lo schema elettrico di figura 2, si può notare che il microamperometro è percorso da una corrente che fluisce dal morsetto positivo al punto di congiunzione della resistenza R4 con le resistenze R1-R2-R3. Nei confronti di questa corrente la resistenza R4 risulta sempre inserita in serie con lo strumento ed essa si somma con R5, oppure con R6 o con R7, oppure risulta direttamente collegata con il microamperometro, a seconda della posizione del commutatore S1b.
La resistenza complessiva, collegata in serie al microamperometro, ha il compito di limitare la corrente che lo attraversa; infatti, in caso di corrente continua del transistor in prova, il flusso di corrente viene limitato soltanto dalla resistenza interna dello strumento e da quella collegata in serie ad esso. Il valore della resistenza collegata in serie deve essere più elevato quando lo strumento è chiamato a valutare le deboli correnti, dato che la quasi totalità della corrente, che attraversa lo strumento, è di minimo valore o, addirittura, nulla. La corrente che può sopportare il microamperometro deve essere molto bassa e conseguentemente, il valore della resistenza che limita la corrente deve essere elevato.
Quando il commutatore S1b si trova nella posizione 8, l'unica resistenza limitatrice di corrente è rappresentata da R4, dato che in questa posizione la corrente attraversa, nella quasi totalità del suo valore, la resistenza R10 collegata in parallelo allo strumento.
La sezione S1c è quella che permette di stabilire la percentuale di corrente che deve attraversare lo strumento e, di conseguenza, la sua portata. Nella posizione 9 tutta la corrente attraversa lo strumento, dato che nessuna resistenza risulta collegata in parallelo ad esso; in questo caso il 100% della corrente attraversa lo strumento e per sollecitare l'indice a fondo-scala è sufficiente una corrente di 500 μA. Nelle altre posizioni del commutatore multiplo la corrente che attraversa lo strumento assume un valore sempre più basso e per ottenere la deviazione dell'indice è necessario che la corrente totale assuma un valore sempre più grande.
Il commutatore S2 svolge due funzioni. La pri-

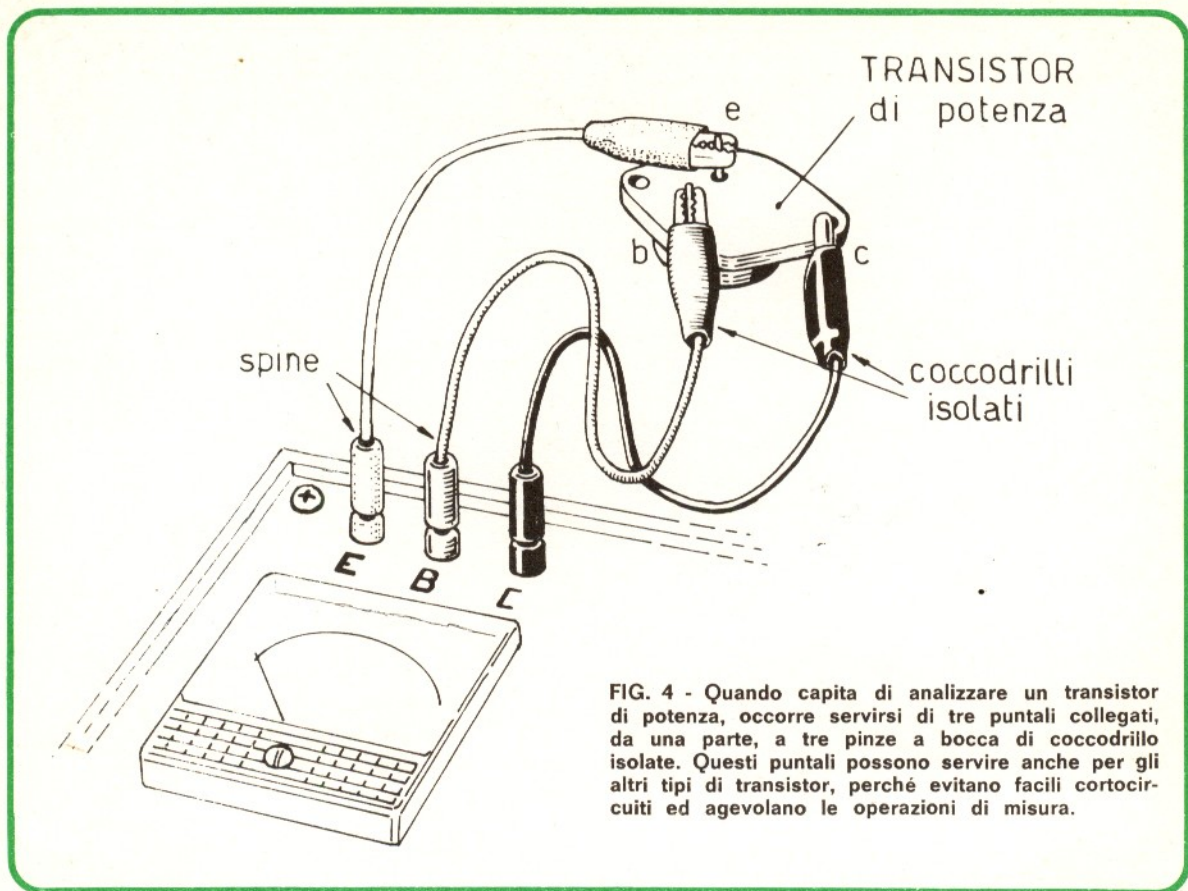



FIG. 4 - Quando capita di analizzare un transistor di potenza, occorre servirsi di tre puntali collegati, da una parte, a tre pinze a bocca di coccodrillo isolate. Questi puntali possono servire anche per gli altri tipi di transistor, perché evitano facili cortocircuiti ed agevolano le operazioni di misura.

ma è quella di invertire la polarità dell'alimentatore sull'emittore e sul collettore del transistor in prova; la tensione di alimentazione sarà positiva sull'emittore nel caso di un transistor di tipo PNP e sarà negativa sul collettore; nel caso di un transistor NPN essa sarà negativa sull'emittore e positiva sul collettore.

La seconda funzione del commutatore S2 è quella di invertire i collegamenti del circuito del microamperometro che, essendo polarizzato, deve essere percorso dalla corrente sempre nello stesso verso; è ovvio che la corrente di collettore si inverte quando si passa da un transistor di una certa polarità ad un altro di polarità opposta.

Il pulsante P1 serve ad evitare eccessive sollecitazioni del transistor in prova e del microamperometro nel caso di corrente continua. Con il pulsante P1 il circuito non è sempre sotto tensione, ma viene sottoposto alla tensione elettrica soltanto per il breve periodo necessario a leggere l'indicazione dello strumento.

In ogni caso, prima di premere il pulsante P1, occorre accertarsi che il commutatore di polarità S2 risulti posizionato esattamente; se esso è in posizione sbagliata, si può danneggiare il transistor in prova, specialmente se questo è un transistor di piccola potenza. L'analisi del transistor deve essere sempre iniziata con la prova della corrente I_{CBO}.

RIEPILOGO

Per coloro che non avessero seguito l'esposizione dei concetti teorici, che regolano il funzionamento del provatransistor, riepiloghiamo brevemente le funzioni e l'uso di questo strumento.

L'apparecchio permette di controllare i transistor di tipo PNP o NPN, di qualsiasi tipo e di ogni potenza.

Il principio di funzionamento è facilmente assimilabile con la sola osservazione del circuito rappresentato in figura 1. Questo è composto da una pila a 4,5 V, da un microamperometro, da una presa tripolare e da un commutatore. Sistemando il commutatore sulla posizione « base aperta » è ovvio che nessuna polarizzazione è inviata sulla base del transistor TR in prova; in tal caso si misura la corrente che attraversa il transistor con base aperta. Questa misura è molto importante, come è stato ampiamente detto,

perché deve risultare la più bassa possibile, mentre per certi transistor non è neppure leggibile sullo strumento.
Inserendo la prima resistenza, si invia sulla base del transistor una corrente di 10 μA; inserendo le successive resistenze, la corrente assume il valore di 100 μA e 1000 μA.
Se il transistor ha un guadagno elevato, la corrente di 10 μA è sufficiente a spostare l'indice dello strumento a fondo-scala; per guadagni di valore medio occorre una corrente di 100 μA, mentre per un transistor di potenza occorrono 1000 μA.
I casi che si possono presentare sono generalmente quattro:

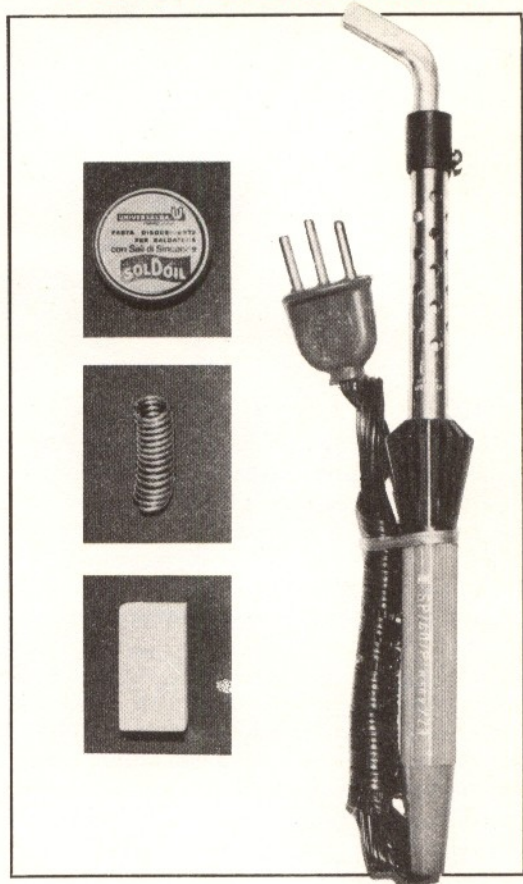
1) *Transistor in ottimo stato*
Con il commutatore posizionato su « base aperta » la corrente è quasi nulla per transistor a guadagno elevato ed è appena percettibile per i transistor di potenza.
Inserendo le successive resistenze, l'indice dovrà raggiungere quasi il fondo-scala.

2) *Transistor leggermente danneggiato*
Conservando il commutatore su « base aperta », si deve rilevare una corrente bassa per i transistor a guadagno elevato e una corrente media per quelli di potenza.
Inserendo le successive resistenze, si dovrà ottenere un'ulteriore deviazione dell'indice del microamperometro. Si può concludere dicendo che quanto più grande è la differenza fra la misura effettuata con « base aperta » e quella con l'inserimento delle resistenze, tanto più grande è l'amplificazione del transistor.

3) *Transistor aperto*
In questo caso l'indice dello strumento non presenta alcuna deviazione per qualsiasi posizione del commutatore multiplo. Il componente è da considerarsi fuori uso.

4) *Transistor in corcocircuito*
In quest'ultimo caso l'indice dello strumento rimane sempre a fondo-scala, qualunque sia la posizione del commutatore multiplo. Anche in questo caso il transistor è da considerarsi distrutto.
Lo schema teorico completo del provatransistor è rappresentato in figura 2. Il commutatore S1a serve a far variare la corrente di base, mentre le altre due sezioni del commutatore servono a proteggere il microamperometro tramite l'inserimento di resistenze di opportuno valore.

Il commutatore S2 serve ad invertire la polarità della pila e dello strumento, a seconda che si tratti di un transistor di tipo PNP o NPN.

Il pulsante P1 deve essere premuto soltanto per il tempo necessario alla lettura delle indicazioni offerte dal microamperometro, allo scopo di non sollecitare eccessivamente il transistor in prova.

CON CIRCUITO INTEGRATO

Vi presentiamo un progetto versatilissimo, adatto per un gran numero di applicazioni pratiche, che si estendono dalla registrazione automatica delle telefonate sino ai più disparati tipi di sistemi di allarme. La realizzazione del progetto, pur richiedendo l'acquisto di un circuito integrato, è molto economica e, soprattutto, semplice e adatta per ogni principiante. Il funzionamento è certo, perché il progetto non necessita di particolari operazioni di collaudo.

FONORELE'
ovvero
LA SEGRETERIA TELEFONICA AUTOMATICA

Diciamo subito che l'apparato che vi presentiamo può servire per due scopi diversi: la registrazione automatica delle telefonate e la realizzazione di una suoneria o una lampada di chiamata poste a distanza dal telefono.
In teoria il fonorelé è un dispositivo elettronico in grado di far scattare un relé quando un segnale di bassa frequenza, di sufficiente ampiezza, viene captato da un elemento « sensore ». Questa breve interpretazione permette già di comprendere che l'apparato può essere adibito a moltissimi usi.
In abbinamento con un registratore, esso può comporre un complesso automatico di registrazione, che si mette in moto da sé quando un segnale giunge al registratore, attraverso un microfono, un elemento accoppiatore o un collegamento diretto. L'insieme si ferma quando il segnale cessa di giungere al sistema elettronico.

Ma il fonorelé può essere utilizzato per la realizzazione di uno speciale tipo di allarme, perché basta che un qualsiasi rumore si verifichi in un ambiente silenzioso perché esso si metta in funzione. Servendosi poi di un relé di tipo « passo-passo », e regolando opportunamente la sensibilità, il relé può funzionare come un originale interruttore, pilotato da un battito di mani o da un colpo di clacson. E a questo punto la fantasia del lettore può aprirsi smisuratamente, concedendo al fonorelé un gran numero di applicazioni pratiche, che si estendono dall'apertura automatica di porte e cancelli fino al sistema di accensione di un circuito di illuminazione. Ma l'applicazione più interessante rimane pur sempre quella citata nel titolo di questo articolo: l'accoppiamento del fonorelé con il normale apparecchio telefonico di casa.

E vediamo subito su quali principi tecnici è basato il funzionamento della segreteria telefonica automatica.

Molto spesso è necessario dover registrare le conversazioni telefoniche ed occorre preparare il registratore accoppiandolo al telefono in modo che entri automaticamente in funzione. Perché quando il telefono squilla, non c'è il tempo materiale per poter realizzare l'accoppiamento con il registratore. Non solo; infatti, molto spesso, ci si dimentica di mettere in azione o di fermare il registratore. Eppure non bisogna dimenticare che le Società Telefoniche vietano qualsiasi tipo di manomissione dell'apparecchio telefonico.
Quindi bisogna agire in modo da non oltrepassare i limiti imposti dalle vigenti disposizioni di legge.
Il problema viene risolto facendo ricorso ad uno speciale elemento « sensore » in grado di captare, per induzione elettromagnetica, tutti i segnali telefonici, dallo squillo del campanello fino alla conversazione.

Ma il nostro apparato può servire anche per un'altra importante applicazione, quella citata all'inizio dell'articolo: l'impianto di una suoneria ausiliaria da sistemare in un luogo lontano dall'apparecchio telefonico, in un cortile, in un

FIG 1 - Il circuito integrato IC1 amplifica i segnali di entrata al punto tale di conferire al fonorelé la fondamentale caratteristica che lo contraddistingue da ogni altro simile apparato: quella della sensibilità regolabile, così che il progetto possa funzionare anche in presenza di segnali debolissimi. Il circuito, inoltre, è insensibile ai disturbi e, in particolar modo, ai ronzii a 50 Hz o a valori multipli di 50 Hz. I due transistor TR1 e TR2, al silicio, pilotano il relé, sui cui terminali utili viene collegato il circuito di impiego (segreteria telefonica - campanello ausiliario - allarme, ecc.).

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 4.700 pF
C2 = 5 µF - 6 Vl. (elettrolitico)
C3 = 2.200 pF
C4 = 100 µF - 12 Vl. (elettrolitico)
C5 = 1 µF - 50 Vl. (ceramico)
C6 = 5 µF - 10 Vl. (elettrolit. - vedi testo)

Resistenze

R1 = 2,2 megaohm (resistenza semifissa)
R2 = 160.000 ohm
R3 = 800 ohm
R4 = 5.600 ohm
R5 = 2.500 ohm
R6 = 2,2 megaohm
R7 = 5 megaohm
R8 = 800 ohm

Varie

IC1 = circuito integrato TAA263
TR1 = BC109
TR2 = BC109
D1 = diodo al germanio (di qualsiasi tipo)
D2 = diodo al germanio (di qualsiasi tipo)
D3 = diodo al silicio (di piccola potenza)
RL = relé ad 1 scambio (12 V - 400/800 ohm)

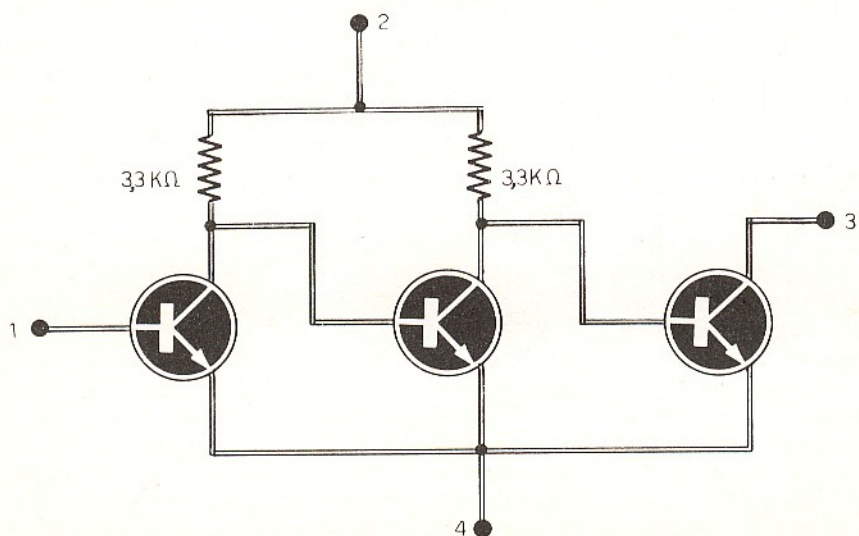
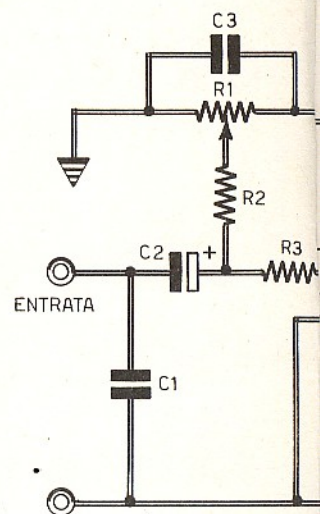
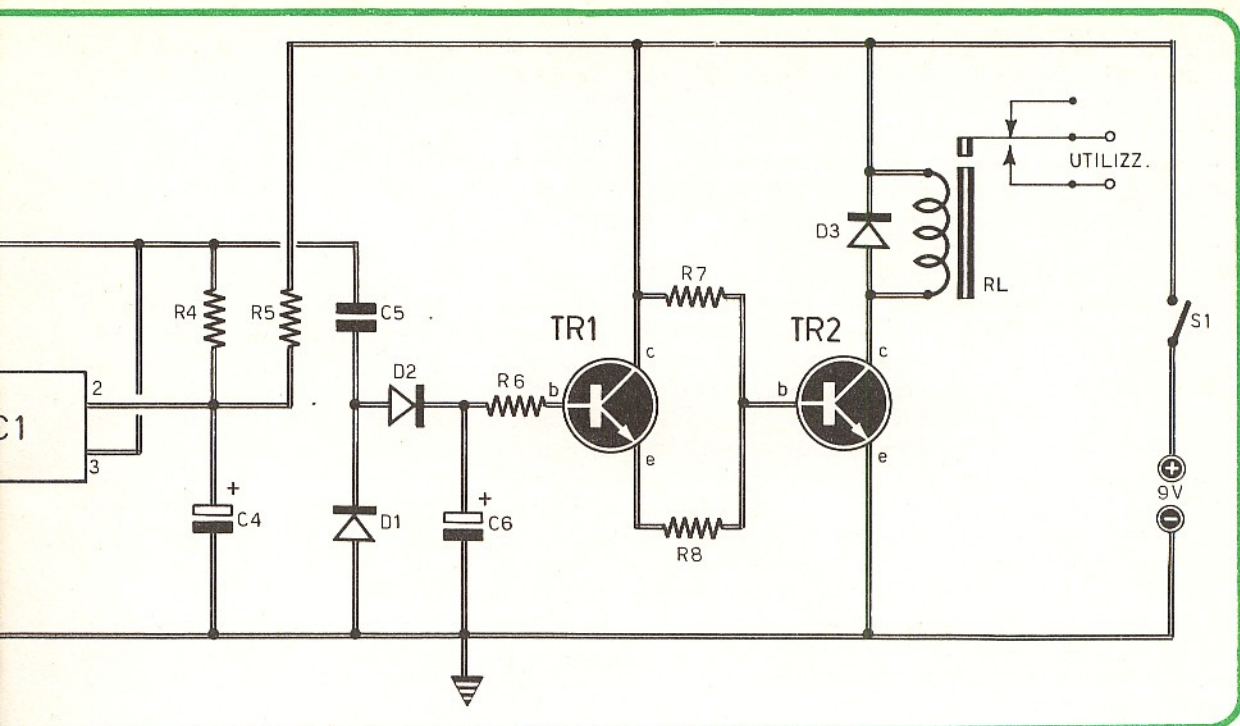



FIG 2 - Questo semplice circuito a tre transistor è contenuto nel circuito integrato TAA263. Questo circuito integrato è facilmente reperibile presso i maggiori rivenditori di materiali radioelettrici, ad un prezzo pari a quello di un comune transistor. Con esso siamo riusciti a realizzare un amplificatore estremamente compatto, a basso rumore e di notevole sensibilità, nel quale la completa schermatura e le minime dimensioni non ammettono presenza di ronzii indotti.

magazzino e in tutti quei luoghi dove il rumore è un fenomeno normale durante l'intera giornata.

PRESTAZIONI DEL CIRCUITO

La caratteristica fondamentale di un fonorelé deve essere quella di una notevole sensibilità, da poter regolare in modo che l'apparato possa funzionare anche con segnali debolissimi; ma occorre anche che il fonorelé offra la possibilità di poter essere regolato in modo tale da intervenire soltanto in presenza di segnali forti o, in ogni caso, di intensità voluta.

Al fonorelé si richiedono, in secondo luogo, doti di stabilità, che possono essere intese come l'insensibilità ai disturbi e, in particolar modo, ai ronzii a 50 Hz o a valori multipli di 50 Hz. Il fonorelé inoltre deve presentare, nei suoi circuiti di entrata, un basso rumore, così da poter funzionare sicuramente anche con i livelli di segnali più bassi. Sono ancora necessari l'assoluta assenza di inneschi e la stabilità del punto di taratura. Tutte queste caratteristiche sono presenti nel nostro fonorelé ed esse sono accoppiate a quelle che noi consideriamo fondamentali per i nostri lettori: la semplicità circuitale, l'economia e la facile reperibilità dei componenti.

Tutti questi elementi non sono facilmente conciliabili, perché tra i primi e i secondi sussiste un principio di incompatibilità. Eppure noi siamo riusciti a condurre un'opera di conciliazione, soprattutto adottando una particolare soluzione circuitale per la quale è previsto l'uso di un circuito integrato di tipo TAA263, facilmente reperibile presso i maggiori rivenditori di materiali radioelettrici, ad un prezzo pari a quello di un comune transistor. Con questo circuito integrato siamo riusciti a realizzare un amplificatore estremamente compatto, a basso rumore e di notevole sensibilità, nel quale la completa schermatura e le minime dimensioni non ammettono presenza di ronzii indotti.

Il completo uso di transistor al silicio concede al circuito notevoli doti di stabilità elettrica e termica, anche nella gamma dei valori più elevati della sensibilità. Infatti, la sensibilità dell'apparato è tale che anche con il « sensore » meno efficiente e in presenza di segnale debole, ben difficilmente risulta necessario il suo completo impiego.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEL CIRCUITO

Analizziamo lo schema rappresentato in figura 1. Il segnale, proveniente dall'elemento « sensore » viene amplificato dal circuito integrato IC1 con un guadagno regolabile. Successivamente, il segnale amplificato viene rettificato dai due diodi al germanio D1 - D2 e carica il condensatore elettrolitico C6, che pilota i due transistor TR1 - TR2 i quali, a loro volta, fanno scattare il relé.

L'elemento « sensore » è un captatore telefonico di tipo elettromagnetico, il quale capta il segnale telefonico sotto forma di squillo del campanello o di comunicazione vera e propria.
Il segnale telefonico provoca un campo magnetico variabile, che è sempre presente nelle vicinanze di ogni apparato telefonico. Il nostro problema consiste nel convogliare questo campo magnetico, variabile con il segnale telefonico, in un circuito magnetico aperto, attorno al quale è avvolto un numero sufficiente di spire di filo conduttore isolato. Sui terminali di tale avvolgimento è presente il segnale telefonico; ciò avviene senza che si debba effettuare alcun accoppiamento elettrico con l'impianto telefonico.
Questi tipi di captatori telefonici sono normalmente in commercio e vengono forniti come accessori dei registratori di una certa classe. Tali accoppiatori telefonici elettromagnetici possono essere senz'altro utilizzati per la realizzazione del fonorelé. Tuttavia, coloro che volessero realizzare un certo risparmio nella spesa complessiva, data la notevole sensibilità del circuito, potranno servirsi di un normalissimo trasformatore per transistor, di qualsiasi tipo, sia esso un trasformatore intertransistoriale oppure un trasformatore d'uscita.
Ma il trasformatore, prima di essere utilizzato, richiede un piccolo intervento manuale. Infatti occorre aprire il suo circuito magnetico, togliendo alcuni lamierini ed utilizzando l'avvolgimento che offre le migliori prestazioni. Alle volte può essere necessario collegare in serie tutti gli avvolgimenti, rispettando il senso con cui sono avvolti, allo scopo di evitare che le singole tensioni indotte, anziché sommarsi, si sottraggano.
Se il fonorelé non viene usato in accoppiamento con il telefono, ci si può servire, in funzione di captatori, dei normali microfoni; tra questi sono da preferirsi quelli a bassa impedenza (50-5.000 ohm), ma si possono utilizzare anche quelli di tipo piezoelettrico, senza adattatore.
All'ingresso del circuito di figura 1 possono essere collegate altre sorgenti di segnali di bassa frequenza come, ad esempio, i sintonizzatori, i registratori, i giradischi, purché il segnale non sia eccessivamente elevato, perché in tal caso si dovrebbe ricorrere all'inserimento nel circuito di un potenziometro in grado diminuire l'intensità del segnale.
In ogni caso sono sempre da preferirsi le sorgenti sonore a bassa impedenza, ma questo concetto non vuole escludere le sorgenti a media ed alta impedenza. Quel che importa è che il collegamento con il circuito di entrata sia realizzato con cavetto schermato.

FIG 3 - Una piccola tacca di riferimento permette di individuare l'ordine numerico di successione dei terminali del circuito integrato. In questo disegno il componente è visto dal di sotto. L'ordine di successione numerico è analogo a quello dell'avanzamento delle lancette dell'orologio.

ANALISI DEL CIRCUITO

L'analisi del circuito, rappresentato in figura 1, prende inizio dalla sezione amplificatrice, che è pilotata da tre transistor al silicio, montati in circuito con collettore comune, collegati in cascata col sistema diretto, cioè senza condensatori di accoppiamento. Questi tre transistor sono tutti contenuti nel circuito integrato il cui schema è rappresentato in figura 2.
Il segnale di bassa frequenza, applicato all'entrata del circuito, incontra il condensatore C1, al quale è affidato il compito di eliminare eventuali segnali di alta frequenza, che provocherebbero fenomeni di instabilità. In ogni caso al condensatore C1 è affidato il compito principale di eliminare quei picchi di tensioni-disturbo presenti nelle reti telefoniche. Il condensatore elettrolitico C2 applica, attraverso la resistenza R3 il segnale, proveniente dall'entrata, sulla base del primo transistor contenuto nel circuito integrato (piedino 1 dell'IC1); esso inoltre isola il circuito integrato dalle eventuali tensioni continue provenienti dall'entrata.
Il segnale amplificato dai tre transistor contenuti nel circuito integrato viene prelevato dal terminale 3 ed inviato, tramite il condensatore C5, allo stadio successivo.
La polarizzazione del collettori dei primi due transistor, contenuti nel circuito integrato, è ottenuta per mezzo della resistenza R5. La tensione di polarizzazione, viene cortocircuitata, per il segnale, dal condensatore elettrolitico C4, il quale provvede a disaccoppiare la tensione di alimentazione del terzo stadio e dei primi due, tra di loro e nei confronti della rimanente parte del circuito; ciò è necessario per evitare eventuali instabilità elettriche.

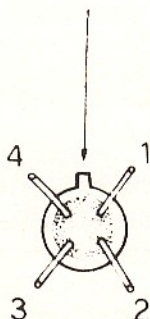
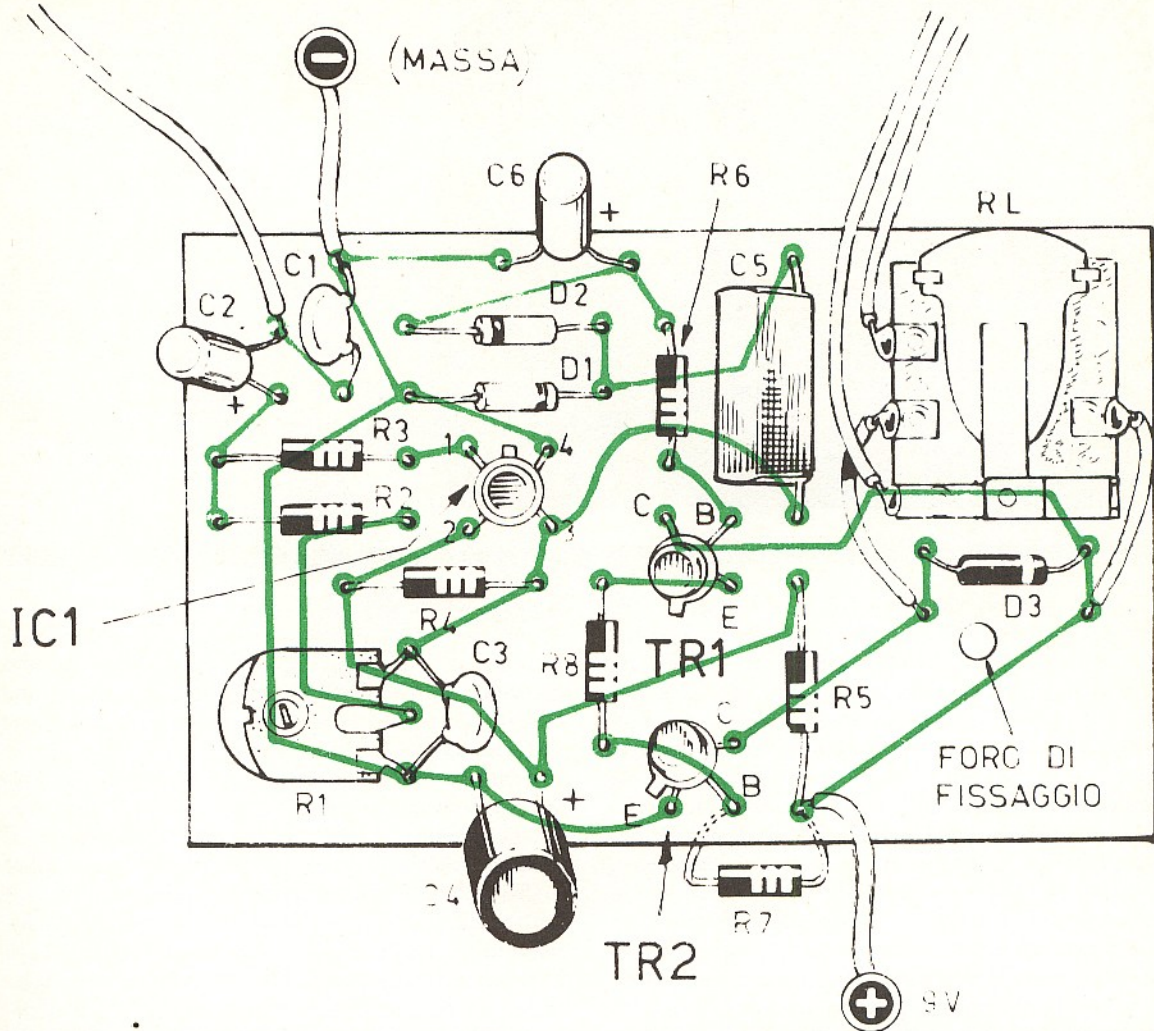



FIG. 4 - Per evitare la costruzione di un circuito stampato, il lettore potrà realizzare il cablaggio del fonorelé nel modo indicato in figura, effettuando dei collegamenti, con fili conduttori di piccolo diametro, nella faccia inferiore della basetta di bachelite.

Il collettore del terzo transistor, contenuto nel circuito integrato, è alimentato per mezzo della resistenza R4.
Al condensatore C3 è affidato il compito di tagliare la frequenza di risposta dello stadio al di sopra della banda telefonica, onde evitare possibili inneschi di alta frequenza.
Dalla tensione di collettore del terzo transistor si preleva la tensione di polarizzazione di base del primo transistor; questa tensione stabilisce il punto di lavoro di tutti i tre transistor contenuti nel circuito integrato. In questo modo si ottiene una forte controreazione in corrente continua, che assicura la stabilità termica e, conseguentemente, il punto di lavoro del circuito integrato. Ma esiste anche una certa controreazione per il segnale, dato che non è previsto l'inserimento di alcun condensatore by-pass. Questa controreazione serve a compensare le eventuali differenze fra un tipo di circuito integrato e un altro, ma serve anche ad elevare il valore dell'impedenza di ingresso.
La tensione è applicata sulla base del primo transistor dalle resistenze R2-R3, che limitano anche la corrente rappresentativa del segnale. La resistenza R2 preleva la tensione dal cursore del potenziometro R1, in modo da poter regolare il punto di lavoro del circuito integrato

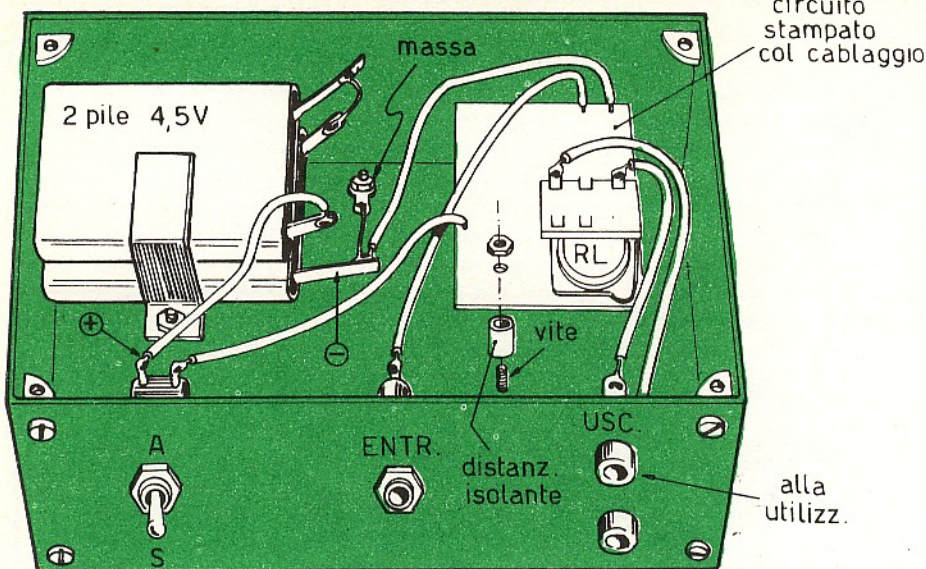



Fig. 5 - Dopo aver realizzato il cablaggio del fonorelé sulla basetta di bachelite, occorre costruire l'apparecchio nel modo indicato in questo disegno, servendosi di un contenitore metallico che ha funzioni di conduttore di massa e di schermo elettromagnetico. In questo stesso contenitore vengono inserite anche due pile da 4,5 V collegate in serie. La schermatura del circuito è molto importante se si vuole raggiungere una assoluta insensibilità ai disturbi e ai ronzii.

il quale, per gli usi normali, assorbe, attraverso la resistenza R5, una corrente totale di 2,5 mA. Con il cursore del potenziometro R1 si possono ottenere eventuali regolazioni deella sensibilità. Ma questo controllo deve essere esercitato soltanto per diminuire il valore della corrente totale, cioè per ridurre la sensibilità, senza allontanarsi troppo dal valore consigliato, onde evitare eccessive distorsioni. Se si desidera una regolazione maggiore, è necessario collegare, in entrata, un potenziometro da 470.000 ohm, con l'avvertenza di applicare il segnale fra i terminali estremi del potenziometro stesso, prelevandolo poi tra massa e il cursore, dato che uno dei due terminali estremi del potenziometro deve essere collegato a massa.

PILOTAGGIO DEL RELE'

A valle dell'amplificatore è presente il circuito pilota del relé RL.

Il segnale amplificato dall'IC1 giunge, tramite il condensatore C5 sui due diodi al germanio D1-D2. Per mezzo di questi elementi sul condensatore elettrolitico C6 giungono soltanto le alternanze positive; dunque, il condensatore elettrolitico C6 si carica con la tensione positiva. Questa tensione viene inviata, tramite la resistenza R6, sulla base del transistor TR1. Quando la tensione raggiunge un valore sufficientemente elevato, il transistor TR1 diviene conduttore. E quando TR1 conduce anche il transistor TR2 diviene conduttore, dato che la corrente di base di TR2 dipende dalla corrente di emittore di TR1. Si può dire quindi che il transistor TR1 si comporta come un elemento adattatore di impedenza, cioè serve a presentare una impedenza elevata al condensatore C6 ed alla resistenza R6, in modo da poter assumere una elevata costante di tempo, necessaria per i motivi che citeremo più avanti.

Il transistor TR1 è montato in circuito a collettore comune e questa configurazione circuitale presenta una elevata impedenza di ingresso. Il transistor TR2, invece, amplifica il segnale pilota fino al valore sufficientemente elevato per far scattare il relé RL. In condizioni normali il transistor TR2 non conduce, a causa dell'elevato valore della resistenza di base R7. Esso è montato in circuito con emittore comune; infatti l'elemento di carico è rappresentato dalla bobina del relé collegata sul collettore.

Poiché il carico di TR2 è di natura induttiva, il transistor è protetto dall'extracorrente di apertura del diodo al silicio D3, il quale cortocircuita il ritorno di energia elettrica.

E ritorniamo al condensatore elettrolitico C6 e alla resistenza R6 che, come abbiamo detto, debbono avere una elevata costante di tempo; questa è determinata dal prodotto R x C.

Se si utilizza il fonorelé con un registratore, conviene sempre che il relé rimanga eccitato anche se il segnale si interrompe per alcuni secondi. E questa condizione viene raggiunta in virtù dell'elevato valore del condensatore elettrolitico C6 e della resistenza R6, nonché dell'impedenza di ingresso del transistor TR1. Si tenga presente, tuttavia, che all'inizio del segnale l'eccitazione del relé è quasi immediata, perché il con-

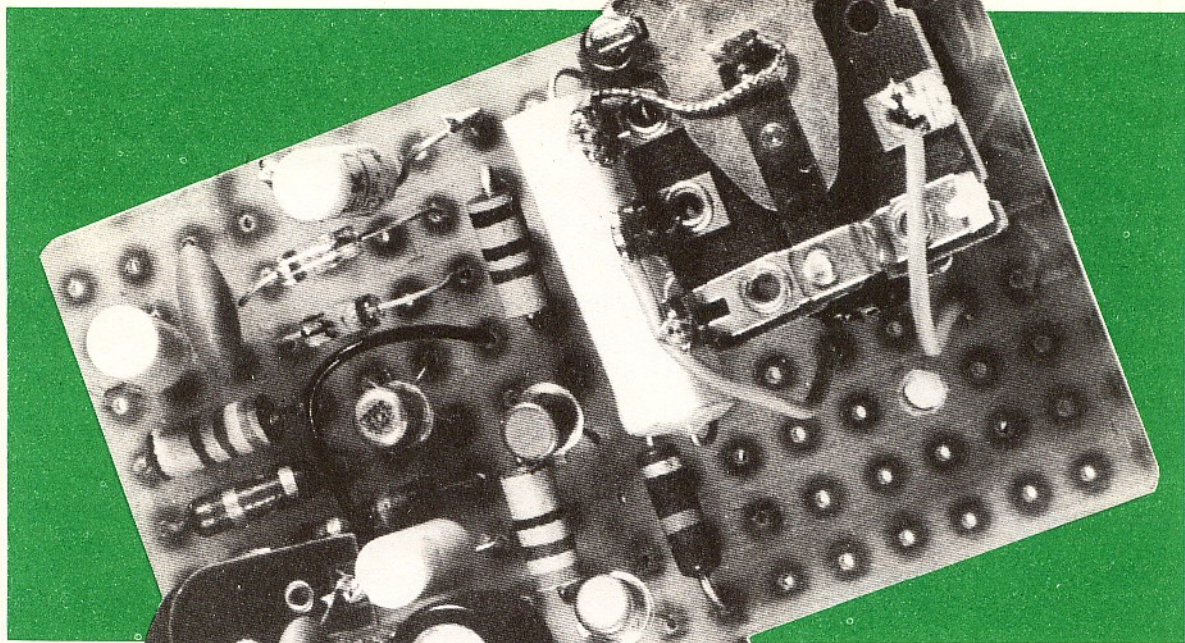



FIG 6 - Questo è il cablaggio del fonorelé realizzato nei laboratori di Elettronica Pratica. Come si può notare, si è fatto uso di una basetta forata di tipo commerciale, che agevola notevolmente il lavoro di saldatura dei vari componenti elettronici.

densatore elettrolitico C6 presenta un'impedenza elevata soltanto durante la fase di scarica, ma non durante quella di carica attraverso il diodo al germanio D2.

Talvolta può essere necessario rivedere il valore della costante dei tempi, cioè il valore della costante d'inerzia del fonorelé. In tal caso occorre aumentare il valore del condensatore elettrolitico C6, tenendo conto che un aumento del valore po in cui il relé rimane eccitato anche in assenza di segnale.

APPLICAZIONI PRATICHE

Il fonorelé è un progetto che si presta ad un gran numero di applicazioni. Noi ne descriveremo soltanto qualcuna.

Per esempio, volendo realizzare un circuito di suoneria supplementare dell'apparecchio interfo-

FIG 7 - Coloro che volessero sottrarsi alla spesa del captatore elettromagnetico, potranno servirsi di un normalissimo trasformatore per transistor, di qualsiasi tipo. Questo componente, prima di essere utilizzato, richiede un piccolo intervento manuale. Si deve infatti aprire il circuito magnetico, eliminare alcuni lamierini ed utilizzare quell'avvolgimento che offre le migliori prestazioni. Talvolta può essere necessario collegare in serie tutti gli avvolgimenti del trasformatore, rispettando il senso con cui sono avvolti, onde evitare che le singole tensioni indotte, anziché sommarsi, si sottraggano.

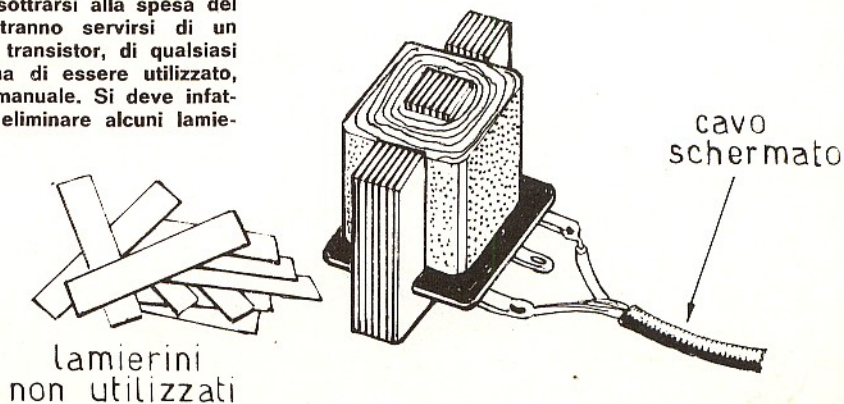
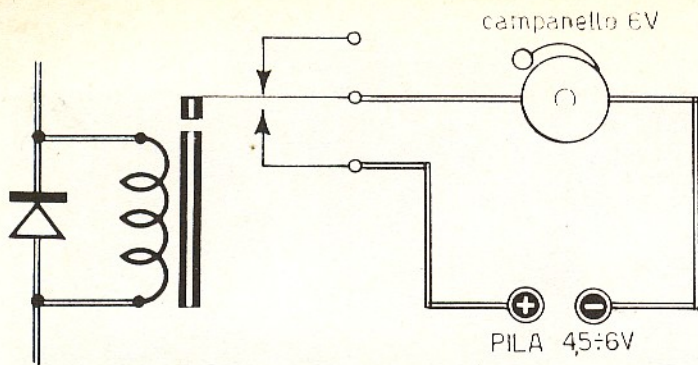



FIG. 8 - Questo semplice schema vuol rappresentare una delle più immediate applicazioni del fonorelé: l'installazione di un campanello telefonico ausiliario, da far squillare a grande distanza dall'apparecchio telefonico, in luoghi rumorosi o aperti. Volendo utilizzare una suoneria più potente, occorre servirsi di un secondo relé di potenza, pilotato dal relé originale.

lore capacitivo determina un aumento del temnico, basta collegare all'entrata del circuito il captatore magnetico già descritto.

Questo captatore deve essere fissato, per mezzo di nastro adesivo o di una ventosa, all'apparecchio telefonico, dopo una serie di tentativi intesi a individuare il punto più sensibile, cioè il punto in cui il segnale è più forte. Normalmente, sui normali apparecchi telefonici, questo punto si trova sul fianco destro.

In ogni caso, durante le prove, conviene collegare in parallelo al condensatore C3 una cuffia ad alta impedenza, dopo aver sollevato la cornetta dell'apparecchio e cercando il punto in cui il segnale è più forte. Il circuito di utilizzazione in questo caso verrà realizzato seguendo il progettino di figura 8, tenendo presente che il campanello elettrico può essere di tipo a 6 V, oppure di tensione maggiore, purché non si superino i limiti di isolamento dei contatti del relé, in corrente continua e in corrente alternata. Volendo utilizzare una suoneria più potente, da installare in grossi capannoni rumorosi o in ampi cortili, ci si deve servire di un secondo relé di potenza pilotato dal relé originale RL.

Volendo utilizzare il dispositivo per le registrazioni automatiche del telefono, occorre, prima di tutto, elevare il valore capacitivo del condensatore elettrolitico C6 da 5 a 50 μF, in modo da mantenere in funzione il registratore anche durante le pause della conversazione. Poi si debbono utilizzare i contatti utili del relé per accendere il registratore già predisposto per la registrazione. Ma per evitare ritardi eccessivi, conviene utilizzare un registratore moderno, cioè transistorizzato, che ha il pregio di entrare subito in funzione nel momento dell'accensione. Eppure anche un registratore a valvole può essere collegato con il fonorelé, soprattutto se si tiene conto che il registratore entra in funzione al primo squillo di campanello del telefono e che normalmente intercorre un certo tempo fra la chiamata telefonica e l'inizio della conversazione vera e propria.

Anziché utilizzare il microfono per le registrazioni, è consigliabile servirsi del captatore telefonico, se il registratore è fornito di questo elemento; in caso contrario conviene sempre collegare, in sostituzione del microfono, lo stesso captatore utilizzato per il fonorelé; con questo sistema l'entrata del registratore risulterebbe collegata in parallelo con quella del fonorelé. Ma è possibile adottare un'ulteriore soluzione; se il registratore è dotato di un'entrata per segnali ad alto livello, come ad esempio quella per la registrazione diretta dei programmi radiofonici, conviene collegare questa entrata sui due terminali del condensatore C3, servendosi di un cavetto schermato.

Utilizzando il circuito per la composizione di un sistema di allarme, se la suoneria è abbastanza potente da far giungere il suono al microfono del fonorelé, non occorre alcun contatto di autoalimentazione per mantenere eccitato il relé, quando un rumore, di breve durata, cessa dopo aver fatto scattare l'allarme, perché sarà lo stesso rumore della suoneria a mantenere eccitato il fonorelé. In caso contrario, se si desidera un funzionamento continuo, occorre utilizzare un relé a due scambi, oppure un relé di potenza dotato di almeno due scambi, in modo da poter realizzare il contatto di autoalimentazione.

TARATURA

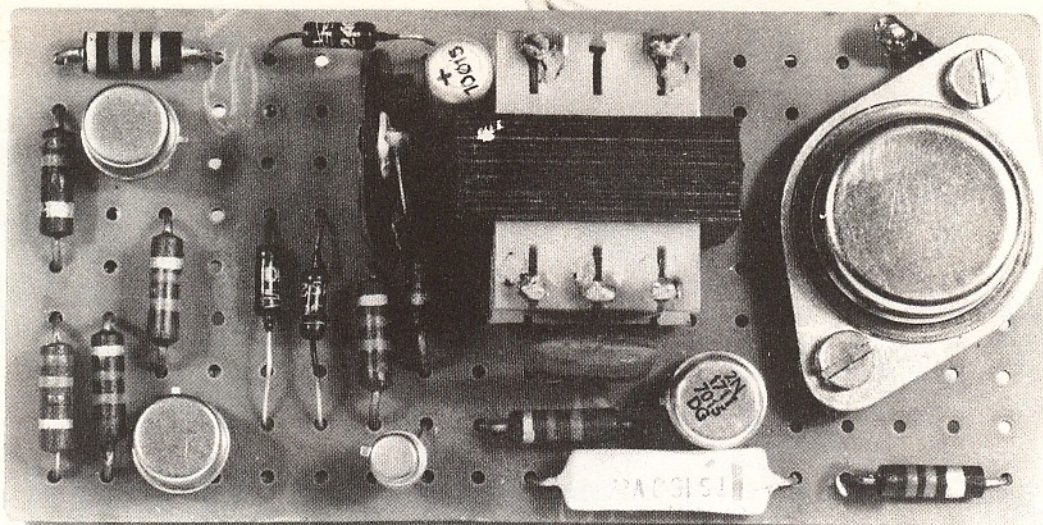
Per tarare il fonorelé occorre servirsi di un milliamperometro, oppure di un tester commutato nella misura mA; ci si può anche servire di una cuffia ad alta impedenza, collegata in parallelo al condensatore C3, regolando il potenziometro R1 in modo da ottenere, attraverso la resistenza R5, una corrente di 2,5 mA circa; l'amperometro deve essere collegato in serie alla resistenza R5. Un altro sistema di taratura del circuito consiste in un buon ascolto in cuffia, iniziando con il cursore del potenziometro R1 spostato completamente verso massa e ruotandolo poi lentamente fino ad individuare la prima posizione in cui l'ascolto è ottimo. Si tenga presente che ruotando eccessivamente il potenziometro verso la resistenza R4, si può produrre un eccessivo flusso di corrente attraverso il circuito integrato.

UNA SCATOLA DI MONTAGGIO MIRACOLOSA!

COSTA SOLO L. 5.600!

Tutti la possono costruire, anche coloro che sono privi di nozioni tecniche. Funziona immediatamente, perché non richiede alcuna operazione di messa a punto. Se occultata in un cassetto, sotto un mobile o dentro un lampadario, capterà... indiscretamente suoni, rumori e voci, trasmettendoli a distanza e rendendoli udibili attraverso un ricevitore radio a modulazione di frequenza, anche di tipo portatile.

- **L'emissione è in modulazione di frequenza, sulla gamma degli 80-110 MHz.**
- **La portata, senza antenna, supera il migliaio di metri.**
- **Le dimensioni sono talmente ridotte che il circuito, completo di pila e microfono, occupa poco più della metà di un pacchetto di sigarette.**
- **L'elevato rendimento del circuito consente un'autonomia di 200 ore circa.**

Le richieste debbono essere fatte inviando anticipatamente l'importo di L. 5.600 a mezzo vaglia o c.c.p. n. 3/26482 intestato a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti ,52.

UN CIRCUITO LOGICO PER UN ANTIFURTO

I circuiti logici, anche se hanno ottenuto un notevolissimo sviluppo in tempi relativamente recenti, non rappresentano assolutamente un nuovissimo prodotto dell'industria elettronica. E' pur vero che l'avvento dei circuiti integrati ha permesso la realizzazione di circuiti estremamente complessi e, nello stesso tempo, compatti e di dimensioni ridotte. Ma con il vecchio e classico relé, prima ancora che l'elettronica esplodesse così prepotentemente in tutti i settori della nostra vita di ogni giorno, si realizzavano i circuiti logici, sia pure in una forma semplice e con un aspetto macroscopico.
Il circuito logico, di cui oggi tanto si parla, ha il compito di ridurre ogni problema, quando ciò sia possibile e conveniente, ad una ben determinata serie di scelte fra due sole possibilità. E queste vengono denominate « SI » e « NO », oppure « 1 » e « 0 ».
Con il relé la condizione « SI » era rappresentabile, un tempo, con il componente diseccitato, mentre con il relé eccitato si rappresentava la condizione « NO ».
Prendendo spunto da queste semplici considerazioni elettromeccaniche, è stato possibile realizzare apparecchiature di una certa complessità. Ma il nostro progetto, pur facendo appello al circuito logico, è alquanto semplice e trova immediata applicazione nel settore degli apparati antifurto. La semplicità, ad esempio, è da attribuirsi al fatto per cui, nel nostro caso, non occorre esercitare molto sforzo per ridurre il problema in termini binari, cioè in termini di scelte fra due possibilità. Infatti, ad ognuna delle due possibilità, con l'elemeento sensore dell'installazione antifurto eccitato o no, si deve far corrispondere una precisa situazione nei dispositivi di segnalazione, come possono essere ad esempio le sirene; il dispositivo di segnalazione, cioè, deve essere acceso o spento.
Non occorreva, dunque, ricorrere completamente ai dispositivi a semiconduttore per realizzare il nostro progetto, perché era sufficiente servirsi di relé elettromagnetici. Ma noi abbiamo voluto presentarci ai lettori in una veste modernissima, anche perché i vantaggi, che derivano dalla scelta dei dispositivi a semiconduttore, sono molteplici. E il principale di questi è senza dubbio quello economico, perché il prezzo di costo di un transistor è inferiore normalmente, di ben dieci volte, a quello di un normale relé. Ma i vantaggi possono anche riferirsi alla robustezza meccanica del complesso, alla sua durata di vita pressoché illimitata e all'insensibilità del funzio-

Senza richiamarci a certe esposizioni teoriche, complesse e assolutamente incomprensibili per gli appassionati di elettronica, presentiamo anche noi un circuito logico, per il quale i concetti del « SI » e del « NO », oppure dell'« 1 » e dello « 0 » divengono elementi semplicissimi e, soprattutto, applicabili ad un originale e modernissimo circuito antifurto.

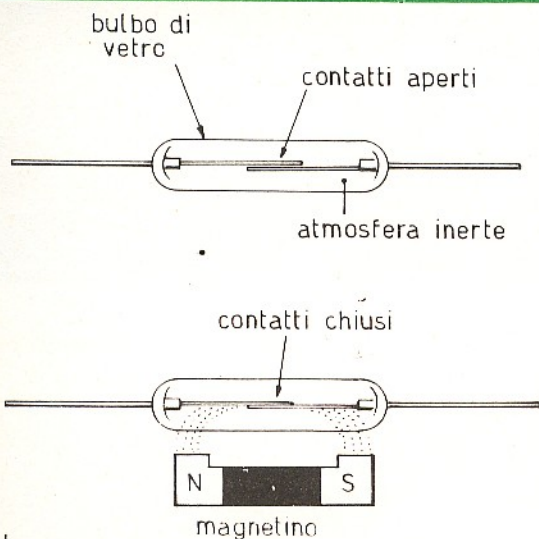



FIG 1 - Il « relé magnetico » è composto da due contatti, normalmente aperti, contenuti in un'ampolla di vetro ermeticamente chiusa e riempita di gas inerte. Quando un piccolo magnete vien fatto avvicinare al « relé magnetico », le due lamine si chiudono e il componente diviene un conduttore elettrico. Servendoci di questi moderni componenti elettronici, abbiamo realizzato il progetto del circuito logico per antifurto.

namento in ambienti anche polverosi. E c'è da ricordare ancora la minore quantità di energia richiesta per il pilotaggio di un transistor nei confronti di un relé elettromeccanico e la maggiore rapidità di risposta. Inoltre si deve tener conto che il minor ingombro di componenti elettronici facilita enormemente il cablaggio e giustifica la maggiore complessità relativa del circuito transistorizzato.

CARATTERISTICHE DEL DISPOSITIVO ANTIFURTO

L'elemento più importante in ogni tipo di antifurto è sempre rappresentato dalla scelta del tipo di « sensore » che si vuole adottare. Questa scelta dipende sempre da ciò che si vuole proteggere.
Il nostro antifurto è stato concepito per proteggere caseggiati ville o villette che, per un certo periodo dell'anno, rimangono disabitate. Ma l'antifurto può anche essere applicato in città a protezione di un appartamento. Dunque, il nostro progetto deve avere tutte le caratteristiche necessarie per proteggere ogni accesso all'abitazione, cioè tutte le porte, le finestre e i portoni, a meno che le finestre non siano munite di inferriate e non possano rappresentare una facile via di accesso. Un'altra caratteristica dell'antifurto deve essere quella di poter funzionare ininterrottamente anche per lunghi periodi di tempo, senza necessitare della pur minima assistenza tecnica. In sostanza, l'antifurto che ci accingiamo a descrivere deve essere dotato della massima stabilità e di una estrema affidabilità di funzionamento. Queste ultime caratteristiche escludono a priori i tradizionali impianti a cellula fotoelettrica o con emissioni di radiazione, perché questi tipi di antifurto presentano sempre instabilità di taratura durante i lunghi periodi di funzionamento; inoltre richiedono un eccessivo consumo di energia e, talvolta, una certa manutenzione come, ad esempio, la sostituzione di lampadine.
E' ovvio che queste ultime considerazioni, in ordine agli antifurto con cellule fotoelettriche, si riferiscono ai modelli di tipo semplice ed economico e non a quelli a livello professionale.
La nostra scelta è caduta su un sistema che presenta il grande vantaggio della facile installazione; così facile che il nostro antifurto può essere applicato anche dalle persone più inesperte in materia di elettronica. Lo stesso falegname, che provvede alla riparazione ed al controllo degli infissi, è in grado d'installarlo. Infatti, in pratica, si tratta di applicare alcuni contatti elettrici sulle porte o sulle tapparelle.
E a questo punto del nostro dire il lettore potrà

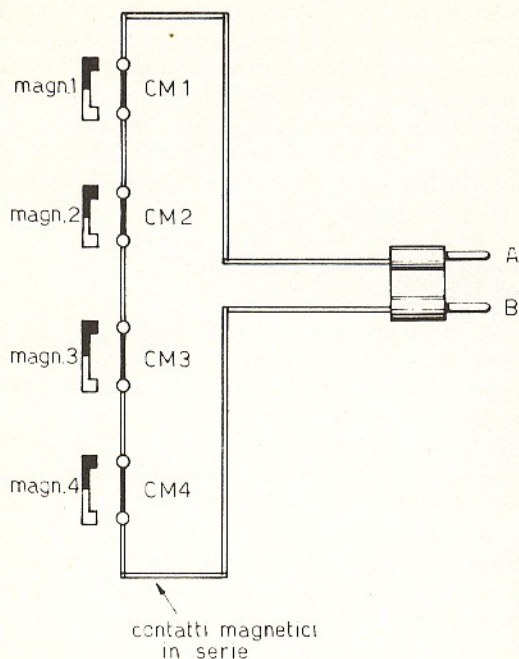



FIG 2 - L'installazione del sistema di antifurto è talmente semplice che può essere eseguita da chiunque, anche dallo stesso falegname che provvede alla riparazione ed al controllo degli infissi. E' ovvio che, per proteggere un certo numero di porte e finestre, si debbono collegare, in serie tra di loro, molti « relé magnetici ».

COMPONENTI

Condensatori
C1 = 100 μF - 16 Vl. (elettrolitico)
C2 = 100.000 pF
C3 = 47.000 pF
(volendo far funzionare la sirena più a lungo, occorre elevare il valore capacitivo del condensatore elettrolitico C1 da 100 μF a 200 μF)

Resistenze
R1 = 27.000 ohm
R2 = 5.800 ohm
R3 = 27.000 ohm
R4 = 12.000 ohm
R5 = 5.800 ohm
R6 = 27.000 ohm
R7 = 500.000 ohm (resist. semifissa)
R8 = 27.000 ohm
R9 = 5.800 ohm
R10 = 12.000 ohm

Semiconduttori
TR1 = 2N1711
TR2 = 2N1711
TR3 = 2N1711
TR4 = 2N1711
TR5 = 2N3055

D1 = diodo al silicio
D2 = diodo al silicio
D3 = diodo al silicio
(i tre diodi D1-D2-D3 debbono essere di tipo al silicio per logica tipo 10D4)

Varie
S1 = interruttore
T1 = trasf. d'uscita per push-pull di transistor (di qualsiasi tipo)
CM = contatti magnetici
ALIMENTAZ. = 13,5 V cc.

opporci alcune critiche, affermando, ad esempio, che un tale sistema di antifurto non può dare eccessivo affidamento, soprattutto perché i contatti possono facilmente ossidarsi e deformarsi con l'usura. Inoltre, gli stessi contatti possono essere facilmente individuati e, quindi, neutralizzati. Ma noi rispondiamo di non aver ancora precisato di quali tipi di contatti.

I RELE' MAGNETICI

Li abbiamo chiamati « contatti » ma avremmo dovuto denominarli, con maggiore proprietà di linguaggio, « relé magnetici », perché i nostri contatti si presentano con un funzionamento assolutamente particolare.
Questi contatti sono illustrati un figura 1. In un'ampolla di vetro, ermeticamente chiusa e riempita di gas inerte, che impedisce il deterioramento delle superfici di contatto, sono contenute due lamine di materiale magnetico, normalmente distanziate tra loro (figura 1, in alto). Quando in prossimità dell'ampolla di vetro è presente un piccolo magnete, così come indicato nella figura 1 in basso, le due lamine tendono a chiudere il circuito magnetico del magnetino esterno, assumendo, per induzione, polarità di segno opposto; per tale motivo le stesse lamine si attraggono e compongono un contatto elettrico.
Le superfici di contatto delle lamine sono platinate; ciò è necessario per garantire una rigorosa sicurezza del sistema contro ogni forma di usura o deterioramento; da ciò scaturisce anche l'elevatissimo grado di affidabilità del sistema. In pratica, quando il dispositivo è attraversato da una corrente elettrica, che nel nostro caso è pressoché nulla, la sua vita è da considerarsi illimitata nel tempo.
Dunque, con questi tipi di contatti il problema

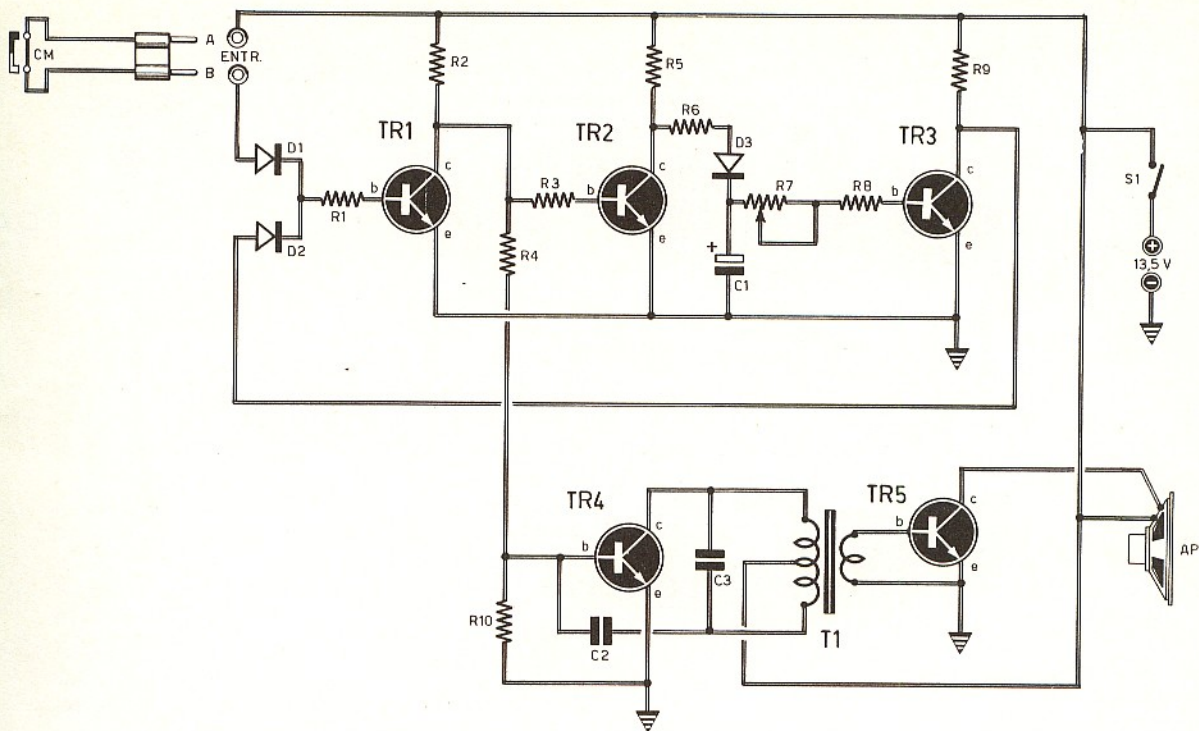



FIG 3 - La sirena elettronica vera e propria è pilotata dai transistor TR4 e TR5. Il trasformatore T1 è un comune trasformatore di uscita per push-pull di transistor. I transistor TR2 e TR3 compongono il circuito del temporizzatore ciclico, il quale evita l'esaurimento completo della batteria quando non vi è possibilità alcuna di intervenire sul circuito magnetico aperto. Il principio di funzionamento del « circuito logico », pilotato dal transistor TR1, è facilmente assimilabile da ogni lettore.

della sicurezza del circuito è risolto, anche perché essi possono essere occultati in modo perfetto. Infatti, non è assolutamente necessario che il magnete tocchi l'ampolla di vetro, ma è sufficiente che esso si avvicini ad essa. E con ciò vogliamo dire che l'ampolla di vetro può essere anche sistemata nell'incavo di uno stipite, anche appositamente ricavato e successivamente stuccato e verniciato, così che risulti assolutamente impossibile accorgersi della sua presenza, soprattutto se si provvede anche ad un opportuno incassamento dei fili di collegamento.

Lo stesso magnete può essere sistemato nell'incavo del battente.

Questi tipi di relé magnetici sono oggi abbastanza diffusi in commercio, ma il lettore potrà far uso del tipo GR/2950 distribuito dalla GBC Italiana; questo relé magnetico viene fornito anche con relativa barretta magnetica di tipo GR/2960.

L'allarme scatta nel momento in cui il relé si apre, cioè quando il piccolo magnete si allontana da esso. Dunque, volendo proteggere porte ed ingressi, si debbono collegare, in serie tra di loro, più relé magnetici, così come indicato in figura 2.

Il nostro circuito antifurto è stato concepito in modo da richiedere un basso consumo di energia elettrica, anche perché esso deve essere in grado di funzionare in assenza della tensione di rete, assorbendo l'energia di alimentazione da una batteria del tipo di quelle montate sulle autovetture.

Quando il circuito non si trova in stato di allarme, l'assorbimento di corrente è trascurabile e ciò garantisce una lunga durata alla carica della batteria la quale, nel caso fosse destinata a funzionare incustodita per diversi mesi, deve essere al nikel-cadmio.

Ma anche quando il sistema di allarme è scattato, occorre fare in modo di ridurre il consumo di energia, senza peraltro pregiudicare l'effetto allarmistico. Non è quindi possibile ridurre la potenza del dispositivo di segnalazione, altrimenti esso non sarebbe più udibile a grande distanza. Per tale motivo occorre inserire nel

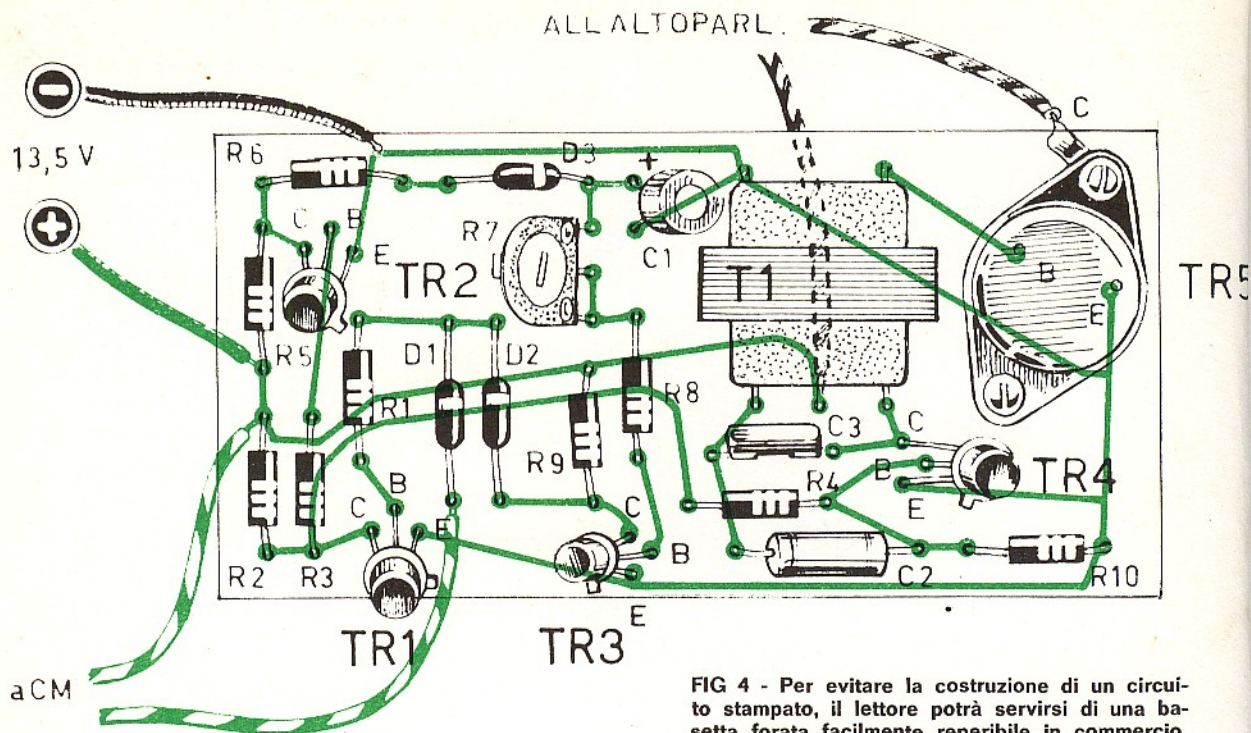



FIG 4 - Per evitare la costruzione di un circuito stampato, il lettore potrà servirsi di una basetta forata facilmente reperibile in commercio, componendo, sulla parte inferiore, il cablaggio per mezzo di fili conduttori rigidi.

circuito un dispositivo temporizzatore ciclico, in grado di applicare, per un certo periodo di tempo, il dispositivo di segnalazione, disinserendolo poi per un intervallo di tempo prestabilito. Questo sistema ciclico di funzionamento deve ovviamente ripetersi. Soltanto così è garantita la carica della batteria sino all'arrivo degli eventuali controlli o soccorsi.

SUONERIA ELETTRONICA

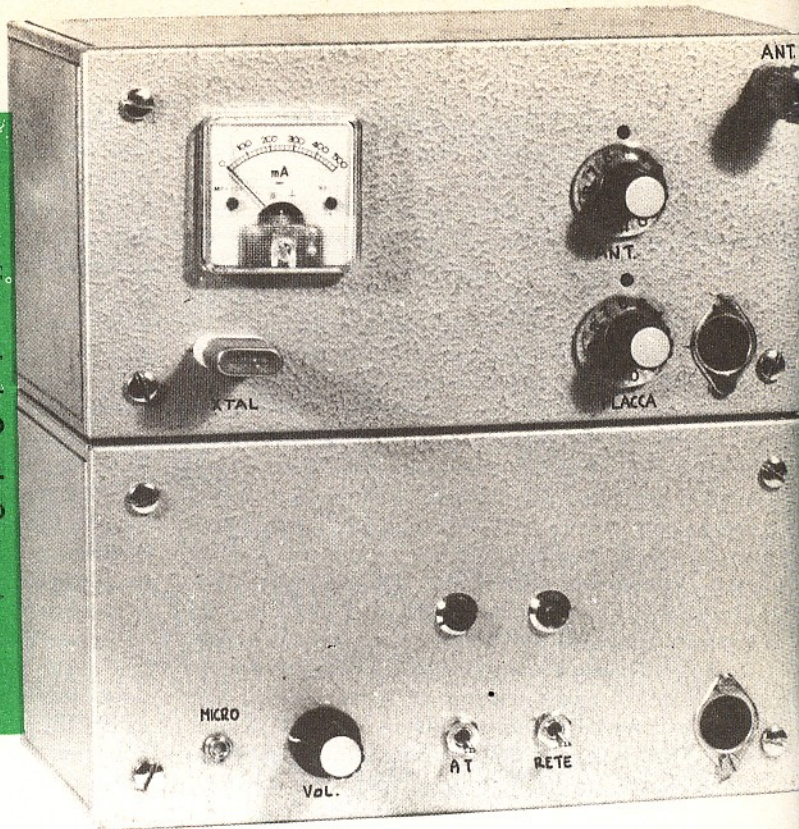
Il nostro dispositivo comprende anche una suoneria elettronica, che rende estremamente sicuro il funzionamento del complesso, anche se esso è destinato a rimanere privo di manutenzione per un lungo periodo di tempo. E tale risultato non poteva essere raggiunto coi normali dispositivi di allarme. Chi infatti potrebbe fare affidamento sull'immediata entrata in funzione di una sirena abbandonata per mesi o per anni a se stessa, senza che questa subisca mai un controllo tecnico?
Per quanto riguarda la potenza erogata essa è da considerarsi più che sufficiente per un appartamento di città o, comunque, in un centro abitato con notevole densità di popolazione, raggiungendo un accettabile compromesso fra consumo di energia, costo ed efficienza.

Per usi particolari del sistema antifurto, ove è richiesta una notevole potenza sonora, è sempre possibile ricorrere ad un amplificatore di bassa frequenza, di potenza, pilotato dal generatore incorporato nel dispositivo. Tale amplificatore deve necessariamente essere di tipo a transistor, in modo da ridurre al minimo il consumo di energia del circuito a vuoto.

IL CIRCUITO ELETTRICO

Quando il contatto magnetico CM è chiuso, la tensione positiva, dopo aver attraversato il diodo D1 e la resistenza R1, raggiunge la base del transistor TR1. Tale condizione si verifica quando il dispositivo antifurto si trova in condizioni normali, cioè non in condizioni di allarme.
Per usare la terminologia dei circuiti logici, si suole dire che la base del transistor TR1 si trova nella condizione « 1 », dato che la base è in conduzione, mentre la tensione sul colletore del transistor è pressoché nulla; nel linguaggio dei circuiti logici si direbbe che il collettore di TR1 si trova nella posizione « 0 ». Pertanto i transistor TR2 e TR4 non ricevono alcuna polarizzazione sulla loro base, e questo verrebbe chiamato, con il linguaggio dei circuiti logici, lo stato « 0 ». Dunque il transistor TR4 non oscilla, men-

tre il transistor TR2 presenterà un'elevata tensione sul suo collettore dato che esso si trova all'interdizione.
Facciamo presente che i transistor TR4 e TR5 compongono la sirena ed essi scattano, come un relé elettromagnetico, per dare l'allarme.
La tensione presente sul collettore di TR2 carica, attraverso la resistenza R6 e il diodo D3, il condensatore elettrolitico C1 e, in pari tempo, polarizza la base del transistor TR3 il quale assume, sul collettore, lo stato « 0 ».
Il diodo D2 collega il collettore del transistor TR3 con la base del transistor TR1. I due diodi D1-D2 formano un ingresso denominato, con il linguaggio dei circuiti logici, « OR ». In pratica basta che uno solo dei due diodi sia positivo per provocare la conduzione del transistor TR1. Quando per un motivo qualsiasi il circuito CM si apre, la tensione positiva non attraversa più il diodo D1 e non raggiunge la base del transistor TR1, il quale cambia di stato. Cioè il collettore diventa positivo (stato « 1») e il transistor TR4, a causa della sopraggiunta polarizzazione, entra in oscillazione e mette in funzione il transistor TR5, che rappresenta un amplificatore in classe C. Il transistor TR5 pilota un altoparlante, che funge da sirena. Dunque, nelle condizioni elettriche ora citate, la sirena di allarme entra in funzione. Ma il circuito della sirena, così come esso è concepito, ha una potenza limitata. Per ottenere una sirena con livello sonoro di maggiore intensità si deve ricorrere, inevitabilmente, ad un amplificatore di potenza.
Se le condizioni elettriche del circuito rimanessero quelle fin qui descritte, la sirena continuerebbe a suonare ininterrottamente, fino all'esaurimento completo della batteria, a meno che non si intervenga sul circuito magnetico aperto.
Noi abbiamo risolto il problema introducendo il temporizzatore ciclico composto dai transistor TR2 e TR3.
Quando i contatti magnetici sono aperti, il collettore del transistor TR1 si trova nello stato « 1 » e il collettore del transistor TR2 si trova nello stato « 0 », cioè non conduce. In tal caso il punto dal quale la resistenza R6 prelevava la tensione necessaria a mantenere la carica del condensatore elettrolitico C1 scende a zero, mentre il condensatore C1 inizia a scaricarsi attraverso le resistenze R7-R8 e la base del transistor TR3, dato che ogni altra via di flusso rimane chiusa dal diodo D3.
Terminato il periodo di scarica del condensatore elettrico C1, la corrente risulta insufficiente a mantenere in conduzione il transistor TR3, il quale presenta sul suo collettore lo stato « 1 »; tale fatto provoca il raggiungimento della tensione, attraverso il diodo D2 della base del transistor TR1, il quale entra in conduzione.
Possiamo dire, quindi, che il circuito, in virtù del temporizzatore ciclico, viene riportato nelle condizioni di provocare il disinnesco del segnalatore acustico.
Se i contatti magnetici rimangono ancora aperti, il ciclo continua. Infatti, il condensatore elettrolitico C1 si ricarica attraverso le resistenze R5 ed R6, dato che il transistor TR2 si trova all'interdizione. Ma quando il condensatore elettrolitico C1 è carico, il transistor TR3 entra in conduzione, mentre il transistor TR1 viene bloccato e il segnalatore acustico innesca nuovamente. Il processo continua fino a che esiste la tensione di alimentazione e finché non si disinnesca il dispositivo di allarme.

- **POTENZA: 20 watt**
- **GAMMA DI LAVORO: 40 metri**
- **CONTROLLO FREQUENZA DI EMISSIONE: a cristallo di quarzo**
- **PILOTAGGIO MODULATORE: con microfono piezoelettrico**
- **PERCENTUALE DI MODULAZIONE: 100%**

Chi decide, per la prima volta, di entrare a far parte del mondo di coloro che, soltanto per passione, comunicano fra di loro, via radio, incorre inevitabilmente nell'imbarazzo della scelta del tipo di apparato trasmettitore.
La soluzione più semplice, indubbiamente, è sempre quella di acquistare un trasmettitore di tipo commerciale. Ma una tale scelta viene sempre rifiutata dai principianti, perché essi vogliono « lavorare » con una creatura che sia il frutto dell'intelligenza e delle attitudini all'elettronica. Eppure, anche la costruzione di un trasmettitore, prima di essere intrapresa, crea nel dilettante una serie di dubbi sull'orientamento da prendere. Infatti, tutti i trasmettitori si suddividono in due grandi categorie: quelli a valvole e quelli a transistor.
In ognuna di queste due categorie, poi, esistono decine e decine di progetti, con potenze più o meno elevate con stadi di alta frequenza diversamente concepiti e con la possibilità di due diversi sistemi di trasmissione: quello in fonia e quello in telegrafia.

Per tutti coloro che sono intenzionati a costruirsi il loro primo trasmettitore, il nostro consiglio è unico e preciso: si deve realizzare un trasmettitore a valvole, alimentato con la tensione di rete-luce e dotato di un circuito di alta frequenza controllato a cristallo di quarzo. Soltanto così il principiante può raggiungere immediatamente lo scopo che si è prefisso e può essere certo di non incorrere in un completo fallimento costruttivo. Perché il circuito a valvole è macroscopico e non ammette falsi contatti o cortocircuiti. Perché le valvole sono elementi che lasciano « vedere » il loro funzionamento. Perché il circuito AF controllato con il cristallo di quarzo non ammette « slittamenti » di frequenza. Perché soltanto con questo tipo di circuito si può essere certi di andare « in aria » e di entrare decisamente nel mondo dei radioamatori.

SCELTA DEL TRASMETTITORE

I criteri di scelta del progetto di un trasmettitore, che si vuol realizzare, sono molteplici. C'è chi pretende di orientarsi subito verso le massime prestazioni tecniche e le tecnologie d'avanguardia. E c'è chi sente il bisogno di capire e di imparare. Ma non si può pretendere, senza possedere alcuna esperienza, di capire, in tutti i suoi aspetti, il funzionamento di un trasmettitore, che è dotato di moltissimi circuiti ausiliari e di molte regolazioni.
Per divenire veramente padroni della materia, si debbono evitare i circuiti complessi e non ci si deve perdere in problemi di cablaggio difficili, perdendo di vista il filo logico che permette di interpretare il funzionamento di tutto l'apparato. E bisogna anche rendersi conto che diviene necessario assimilare e comprendere tutte le operazioni di messa a punto e taratura. Ogni buon radioamatore, infatti, si distingue soprattutto per

TRASMETTITORE IN FONIA

La prima stazione radiotrasmittente, di ogni principiante, deve essere necessariamente pilotata a valvole. Perché? Perché le valvole lasciano « vedere » il loro funzionamento. Perché con esse il cablaggio del circuito assume dimensioni tali da non ammettere falsi contatti o cortocircuiti. Perché soltanto con le valvole il principiante può raggiungere subito lo scopo che si è prefisso, con la certezza di non incorrere in un completo fallimento costruttivo.

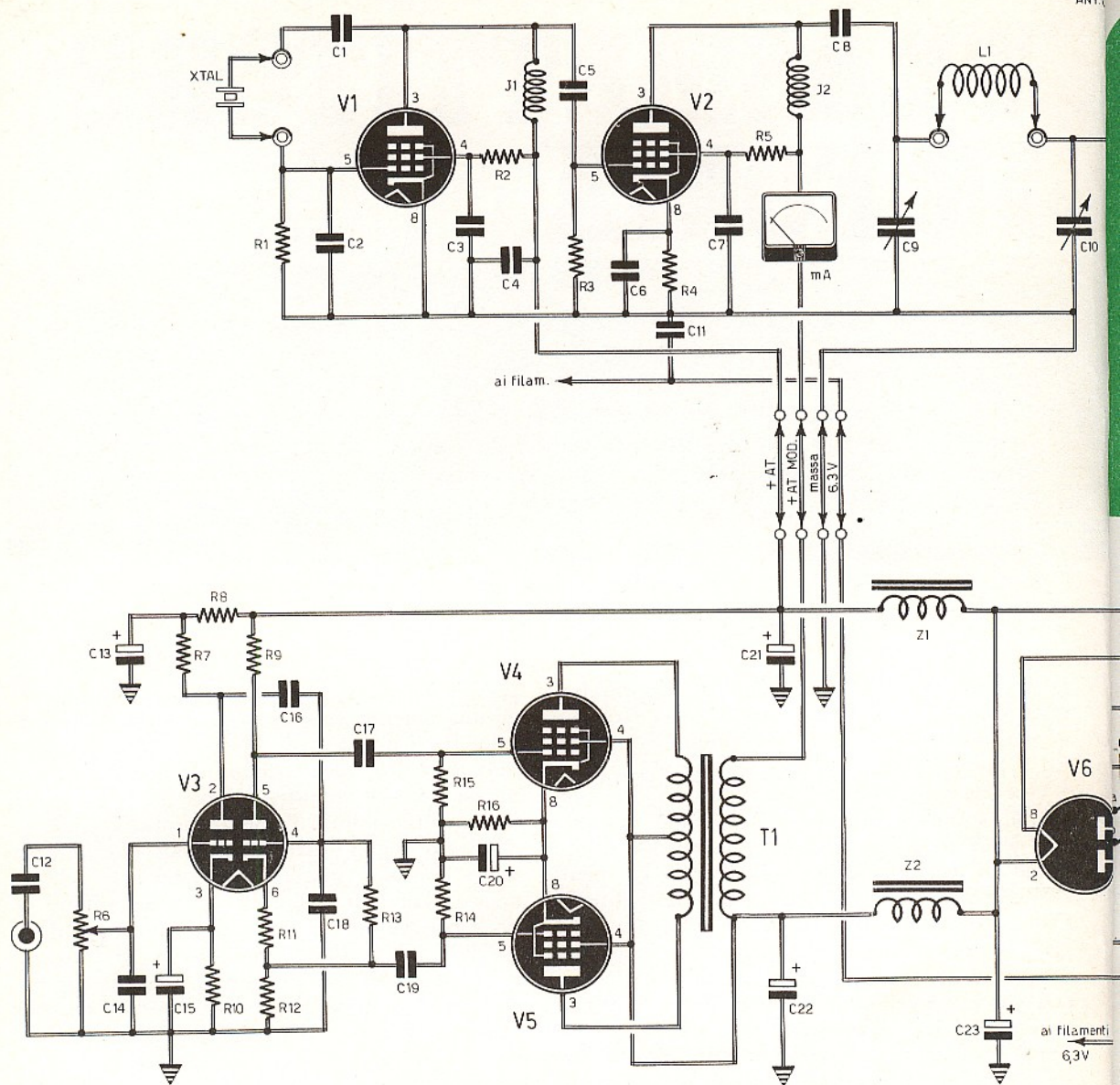
le capacità di mettere a punto il proprio trasmettitore, cioè per l'attitudine di saper sfruttare al massimo ogni capacità del proprio apparato. Ed è proprio da tali operazioni che si comincia a comprendere l'intero funzionamento del sistema di trasmissione, cioè controllando il modo con cui si accordano i circuiti, osservando il loro grado di accoppiamento e l'influenza di questi elementi sulla potenza erogata dal trasmettitore. Dalle operazioni di taratura si intuisce anche l'importanza assunta dall'antenna e dal raccordo di questa, che rappresentano gli elementi necessari per irradiare completamente tutta la potenza erogata dal trasmettitore.

Per il principiante, dunque, occorre, almeno inizialmente, un progetto semplice, fornito di due o tre regolazioni da tenere sotto controllo, perché soltanto dopo aver mosso i primi passi nel settore delle trasmissioni, seguendo questi concetti, si è in grado di affrontare apparati più impegnativi e molto meno economici.

Il trasmettitore relativamente economico è sempre il più consigliabile, perché coloro che non hanno esperienza nel settore delle trasmissioni non possono spendere molto per un lavoro che non sanno o non possono fare; anche perché si possono spendere centinaia di biglietti da mille correndo poi il rischio di avere un trasmettitore mediocre, con caratteristiche pari a quelle di un analogo apparato di basso costo. Il trasmettitore molto costoso, poi, se usato con inesperienza, può danneggiarsi, soprattutto quando questo eroga una potenza notevole ed è di tipo transistorizzato. Per i principianti, invece, occorre un apparato didattico, caratterizzato soprattutto da una buona dose di robustezza, che non deve essere intesa soltanto sotto l'aspetto meccanico, ma anche sotto quello elettrico, in modo che una manovra errata o una disattenzione non debbano creare danni irreparabili. Il trasmettitore del principiante, quindi, deve essere in grado di affrontare le condizioni più gravose di funzionamento e queste possono essere: i lunghi tempi di prove e di funzionamento, gli sbalzi di tensione, l'assenza di carico o il disaccordo di quest'ultimo. E' ovvio che, anche in questo caso, non si possono pretendere i miracoli, perché chi collega a massa il catodo della valvola raddrizzatrice per una trentina di metri o più, non può sperare di possedere ancora una valvola efficiente.

Un altro problema importante nella realizzazione del trasmettitore dilettantistico è rappresentato dal cablaggio, ecco perché i nostri tecnici, in sede di progettazione, si sono orientati verso il circuito a valvole elettroniche; perché con queste il cablaggio diviene spazioso, il numero di componenti è ridotto e, soprattutto, non esistono problemi di saldatura.

PRESTAZIONI DEL CIRCUITO

Le considerazioni fin qui esposte non debbono trarre in inganno il lettore, facendo pensare alla

costruzione di un... giocattolo, perché il progetto qui presentato e descritto è quello di un vero e proprio trasmettitore per radioamatori, che costituisce un importantissimo argomento didattico nell'arco di tutta la radiotecnica e che, nella sua semplicità, permette di effettuare collegamenti stabili sulle medie distanze.

La potenza dello stadio finale è di 20 W e questo dato dimostra già di per sé la serietà del nostro trasmettitore.

La frequenza di emissione dell'apparato è controllata con cristallo di quarzo, il quale permette di raggiungere la stabilità dello 0,05%, necessaria per operare nel settore radiantistico.

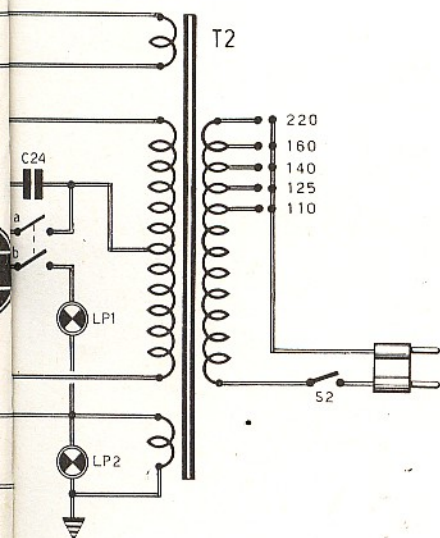
Il trasmettitore è dotato di circuito modulatore in fonia che, pilotato da un microfono piezoelettrico, è in grado di modulare al 100% il trasmettitore.

Il circuito di uscita è del tipo a « p greca » e permette l'adattamento del trasmettitore a tutti i tipi di antenna. Il circuito è pure dotato di uno strumento per il controllo della tensione anodica dello stadio finale a radiofrequenza.

Con questo tipo di trasmettitore, sostituendo il cristallo di quarzo e una bobina, è anche possibile operare su due gamme diverse: quella dei 40 metri e dei 20 metri. Il circuito è provvisto di tutti gli elementi di controllo fondamentali:

FIG 1 - Progetto del trasmettitore a 6 valvole per emissioni in fonia sulla gamma d'onda dei 40 metri. Il trasformatore di alimentazione T2 è dotato di tre avvolgimenti secondari: quello a 5 V - 3 A per l'accensione del filamento della valvola raddrizzatrice, quello a 6,3 - 3 A per l'accensione dei filamenti delle altre cinque valvole e quello per l'alimentazione anodica con tensioni, sui terminali estremi, di 375 + 375 V - 150 mA.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 2.000 pF (a mica)
C2 = 100 pF (a mica)
C3 = 10.000 pF (a carta)
C4 = 5.000 pF (a carta)
C5 = 100 pF (a mica)
C6 = 10.000 pF (a carta)
C7 = 5.000 pF (a carta)
C8 = 2.000 pF (a mica)
C9 = 200 pF (variabile ad aria)
C10 = 500 pF (variabile ad aria)
C11 = 2.000 pF (a pasticca)
C12 = 15.000 pF (a carta)
C13 = 8 μF - 450 Vl. (elettrolitico)
C14 = 200 pF (a pasticca)
C15 = 50 μF - 25 Vl. (elettrolitico)
C16 = 10.000 pF (a carta)
C17 = 10.000 pF (a carta)
C18 = 200 pF (a pasticca)
C19 = 10.000 pF (a carta)
C20 = 50 μF - 25 Vl. (elettrolitico)
C21 = 8 μF - 450 Vl. (elettrolitico)
C22 = 8 μF - 500 Vl. (elettrolitico)
C23 = 8 μF - 500 Vl. (elettrolitico)
C24 = 5.000 pF - 2.000 Vl. (a carta)
C25 = 2.000 pF (a carta)
C26 = 2.000 pF (a carta)
C27 = 2.000 pF (a carta)

Resistenze

R1 = 47.000 ohm - 1 watt
R2 = 47.000 ohm - 2 watt
R3 = 27.000 ohm - 1 watt
R4 = 330 ohm - 2 watt
R5 = 10.000 ohm - 5 watt
R6 = 500.000 ohm (potenz. a variaz. log.)
R7 = 220.000 ohm - 1/2 watt
R8 = 4.700 ohm - 1/2 watt
R9 = 100.000 ohm - 1/2 watt
R10 = 3.300 ohm - 1/2 watt
R11 = 3.300 ohm - 1/2 watt
R12 = 100.000 ohm - 1/2 watt
R13 = 1 megaohm - 1/2 watt
R14 = 500.000 ohm - 1/2 watt
R15 = 500.000 ohm - 1/2 watt
R16 = 220 ohm - 3 watt

Valvole

V1 = 6V6 GT
V2 = 6L6 GTB
V3 = 6SL7 GT
V4 = 6V6 GT
V5 = 6V6 GT
V6 = 5U4 GTB

Varie

T1 = trasf. modul. (HT/2710 della G B C)
T2 = trasf. d'alimentazione
Z1 = imp. BF (1.000 ohm - 50 mA)
Z2 = imp. BF (220 ohm - 150 mA)
LP1 = lampada-spia transmiss. (6,3 V - 100 mA)
LP2 = lampada-spia accens. (6,3 V - 100 mA)
mA = milliamperometro (200 mA fondo-scala)
XTAL = cristallo di quarzo per 7,1 MHz
J1 = imp. AF - 3,5 mH - 160 mA (0/498-6 della G B C)
J2 = imp. AF - 3,5 mH - 160 mA (0/498-6 della G B C)
L1 = bobina AF (vedi testo)
J3 = imp. BF (vedi testo)
J4 = imp. BF (vedi testo)

FIG 2 - Cablaggio dell'alimentatore e del modulatore. La presa per microfono è applicata sul pannello frontale in alto, a sinistra del disegno.
Il trasformatore modulatore T1 deve essere dotato di un avvolgimento primario adatto per un push-pull di 6V6; l'impedenza dell'avvolgimento secondario deve essere di 3.500 ohm.

quello della profondità di modulazione, quello di accordo dell'antenna e l'interruttore di standby (d'attesa).
L'oscillatore rimane separato dallo stadio finale e ciò assicura l'assenza di frequenze armoniche e la stabilità di emissione. Ciò nonostante il numero delle valvole è ridotto a 6 e questo dimostra, in gran parte, la notevole efficienza del circuito.
Le 6 valvole sono di tipo octal e, come si sa, lo zoccolo octal presenta dimensioni tali da agevolare le operazioni di saldatura e cablaggio. Le valvole poi sono tutte di basso costo e facilmente recuperabili anche in apparati fuori uso.

IL MODULATORE

Il circuito completo del trasmettitore è quello del più classico tipo di apparato didattico, composto di una sezione a radiofrequenza, pilotata da due valvole (oscillatrice e amplificatrice finale di potenza in classe C), di un modulatore, pilotato da tre valvole e di un alimentatore.
Il modulatore è composto da un circuito preamplificatore e da uno invertitore, pilotati da un doppio triodo; questi circuiti sono seguiti da uno stadio finale in controfase di due pentodi a fascio. L'accoppiamento con la sezione trasmittente è ottenuto per mezzo di un trasformatore di modulazione.
Il segnale proveniente da un microfono piezoelettrico, o da altra sorgente di uguali caratteristiche, con livello di segnale 2-6 mV e impedenza di 500.000 ohm, viene applicato, tramite il condensatore C12, al potenziometro R6, il quale regola la profondità di modulazione, cioè il guadagno dell'amplificatore di bassa frequenza.
La sistemazione del potenziometro R6 in questo punto del circuito del modulatore, anche se non è da considerarsi trascurabile, permette di evitare fenomeni di saturazione nello stadio di entrata, anche quando il segnale è molto forte, come accade nel caso in cui si parli vicino al microfono, oppure quando il segnale viene prelevato da una sorgente ad alto livello come lo è, ad esempio, l'unità piezoelettrica di un giradischi.
Dal cursore del potenziometro R6 il segnale viene prelevato nella percentuale voluta ed applicato alla griglia controllo della prima sezione triodica della valvola V3. Il condensatore C14 corcocircuita qualsiasi segnale a radiofrequenza

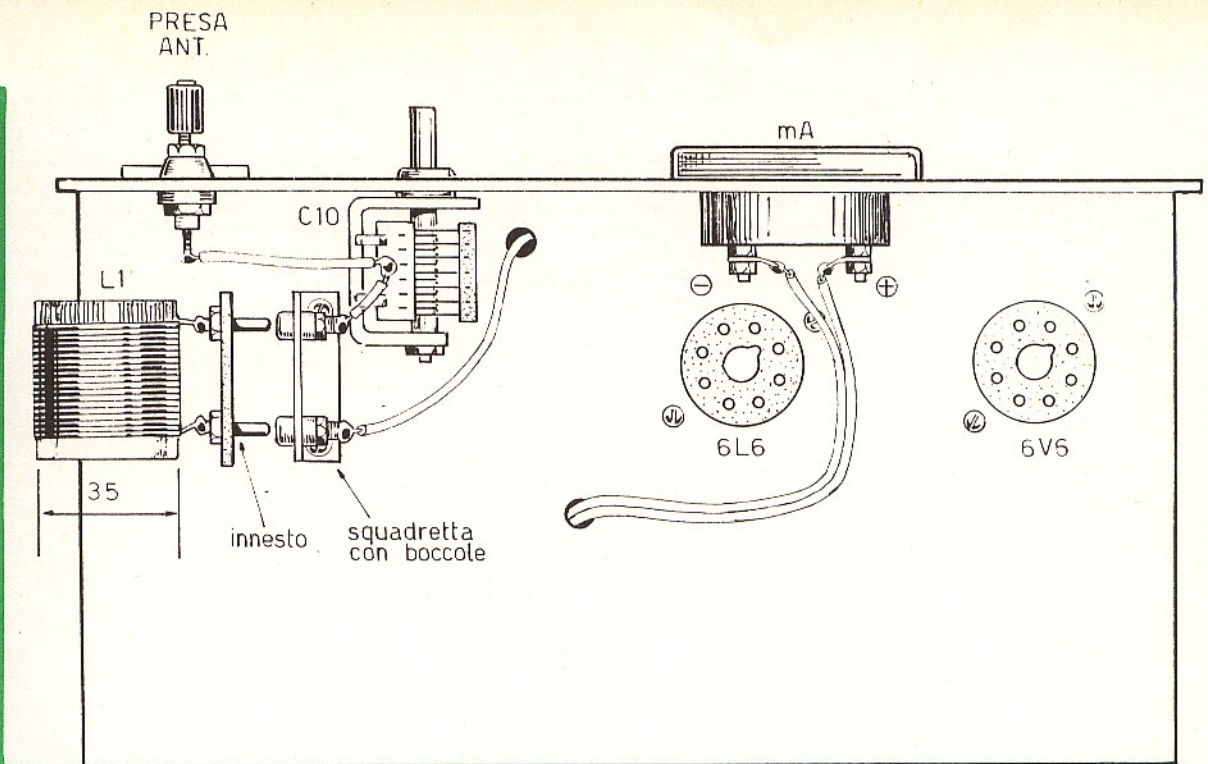



FIG 3 - Montaggio di alcuni elementi del circuito oscillatore e amplificatore di alta frequenza sulla parte superiore del telaio.
La bobina L1 deve essere costruita avvolgendo, su un supporto cilindrico, del diametro di 35 mm, 15 spire di filo di rame smaltato del diametro di 1 mm. La bobina è di tipo intercambiabile, e ciò è necessario per chi volesse trasmettere sulla gamma d'onda dei 20 metri; in questo secondo caso si dovranno avvolgere soltanto 9 spire compatte dello stesso tipo di filo. Gli altri dati costruttivi della bobina rimangono invariati.

FIG 4 - Cablaggio, nella parte inferiore del telaio del circuito di alta frequenza del trasmettitore. Il cristallo di quarzo (XTAL) può essere sostituito con altri cristalli di quarzo in modo da far lavorare il trasmettitore anche sulla lunghezza d'onda dei 20 metri.

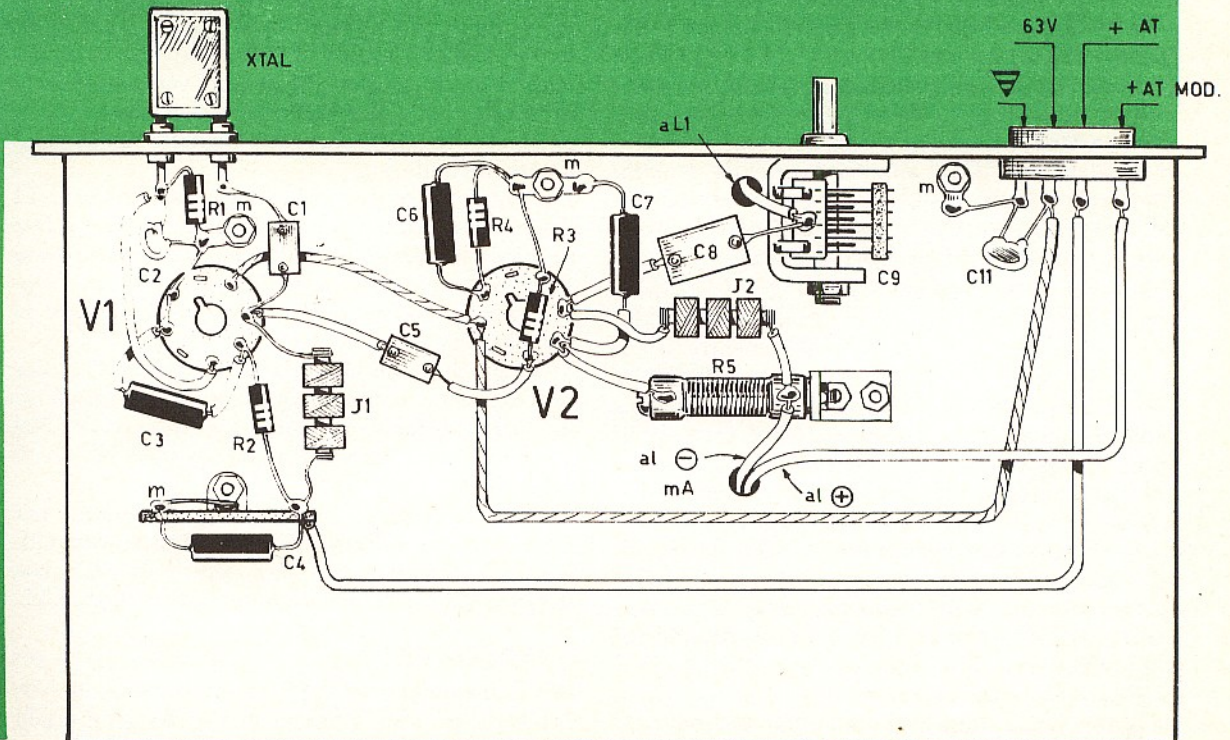
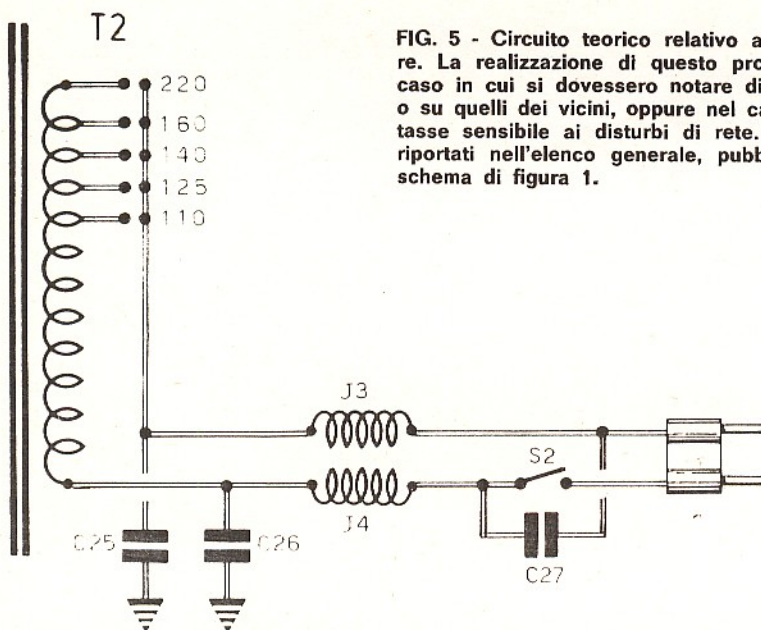



FIG. 5 - Circuito teorico relativo alla prima parte dell'alimentatore. La realizzazione di questo progetto si rende necessaria nel caso in cui si dovessero notare disturbi sul televisore domestico o su quelli dei vicini, oppure nel caso in cui il trasmettitore risultasse sensibile ai disturbi di rete. I valori dei componenti sono riportati nell'elenco generale, pubblicato in corrispondenza dello schema di figura 1.

che dovesse casualmente presentarsi all'entrata del circuito modulatore e che provocherebbe fenomeni di instabilità e di innesco.

La resistenza R10 polarizza il catodo, mentre il condensatore C15 cortocircuita la bassa frequenza, così da ottenere il massimo guadagno dello stadio.

L'alimentazione anodica è disaccoppiata per mezzo delle resistenze R7-R8 e del condensatore elettrolitico C13, in misura molto efficace.

Il condensatore C16 applica il segnale amplificato sulla griglia della seconda sezione triodica della valvola V3, che funge da elemento inversore per lo stadio finale in controfase.

L'inversione del segnale è ottenuta prendendo, come uscite della valvola, la placca e il catodo; la placca alimenta la valvola V4, mentre il catodo alimenta la valvola V5. Il condensatore C18 elimina l'eventuale presenza di segnali a radiofrequenza. I condensatori C17 e C19 applicano il segnale sulle griglie controllo delle due valvole amplificatrici finali V4-V5; questi due segnali sono ovviamente sfasati di 180° fra loro. La polarizzazione dello stadio finale, che è critica, è ottenuta tramite le resistenze R14-R5; queste due resistenze debbono avere una tolleranza del 5%. La polarizzazione è completata dalla resistenza R16 che è cortocircuitata dal condensatore elettrolitico C20.

Se le resistenze R14-R15 non sono identiche, si verificherebbe una certa asimmetria nel circuito, la quale si tradurrebbe in pratica in una distorsione più o meno notevole.

Il trasformatore T1 è dotato di un avvolgimento primario che è percorso dalle correnti anodiche delle due valvole finali, delle quali costituisce anche il carico. Le correnti che attraversano il trasformatore T1 hanno verso opposto e in questo modo si ottengono, con il giusto segno, entrambe le alternanze del segnale sull'avvolgimento secondario.

L'avvolgimento primario del trasformatore T1 deve essere adatto per un circuito in controfase di 6V6, mentre l'avvolgimento secondario deve avere un'impedenza di 3.500 ohm circa, che rappresenta il valore più adatto per modulare la valvola V2.

Si tenga presente che il trasformatore T1 costituisce l'unico componente di tutto il trasmettitore di non facile reperibilità commerciale. Noi possiamo consigliare di usare il tipo HT/2710 della GBC.

L'alimentazione del modulatore è ottenuta per mezzo di una cellula di filtro induttivo-capacitiva separata, composta dall'impedenza di bassa frequenza Z2 e dal condensatore elettrolitico C22.

L'OSCILLATORE

Lo stadio oscillatore è pilotato dalla valvola V1, che è un pentodo a fascio di tipo 6V6, in grado

di erogare la potenza necessaria per il completo pilotaggio della valvola V2.
L'unico elemento risonante del circuito è rappresentato dal cristallo di quarzo XTAL, che risuona in serie. Questo elemento permette l'innesco delle oscillazioni tra placca e griglia controllo della valvola V1 soltanto sulla propria frequenza caratteristica di risonanza meccanica.
Il segnale, prodotto dall'oscillatore, viene prelevato tramite il condensatore C5, che lo applica allo stadio successivo di amplificazione AF.
L'alimentazione dello stadio oscillatore risulta efficacemente disaccoppiata per mezzo del condensatore C4 e dell'impedenza di alta frequenza J1; la resistenza R2 alimenta la griglia schermo della valvola V1, mentre il condensatore C3 costituisce l'elemento disaccoppiatore.

L'AMPLIFICATORE AF

Anche lo stadio amplificatore finale, pilotato dalla valvola V2, è di tipo convenzionale. La valvola, che è di tipo 6L6, è in grado di sopportare ottimamente la potenza elettrica di 20 W.
Il milliamperometro (mA) misura la corrente totale assorbita dallo stadio finale, a monte dell'impedenza di alta frequenza J2, la quale isola i segnali di alta frequenza rispetto alla tensione di alimentazione.
Il condensatore C8 applica il segnale amplificato al filtro, di tipo a « p greca », il quale alimenta l'antenna.
Si tenga presente che, per C8, occorre servirsi di un condensatore di ottima qualità come lo

FIG 6 - In questo modo deve essere applicata, in serie con l'antenna, la lampadina da 6 V - 10 W, che permette di realizzare una delle fasi di messa a punto del trasmettitore.

sono, ad esempio, quelli a mica argentata, adatto a sopportare una tensione di lavoro molto elevata, del valore di 1.000 V circa. Anche i condensatori C9-C10 debbono essere in grado di sopportare una tensione di lavoro di almeno 1.000 V; essi, dunque, dovranno avere le lamine ben spaziate tra di loro.

L'ALIMENTATORE

L'interruttore S1, presente nel circuito di alimentazione, interrompe la tensione anodica senza interrompere l'accensione dei filamenti; in questo modo le valvole rimangono a temperatura di regime e il trasmettitore è in grado di entrare in funzione immediatamente. La sezione S1b serve anche a comandare la lampada-spia LP1, la quale indica la presenza della tensione anodica.
Il condensatore C11 serve ad evitare che eventuali segnali a radiofrequenza, presenti sui filamenti delle valvole, che lavorano in alta frequenza, possano trasmettersi al circuito alimentatore.

Generalmente non è necessario filtrare la tensione di rete, sia perché il circuito è ben protetto da eventuali disturbi di rete, sia perché l'irradiazione, tramite i conduttori di rete di radiofrequenza da parte del trasmettitore, è assai limitata, soprattutto se si utilizza la disposizione da noi consigliata dei due telai separati per lo stadio di bassa frequenza e per quello di alta frequenza. Comunque, se si dovessero notare disturbi, soprattutto sul televisore domestico o su quelli dei vicini, oppure se il trasmettitore risultasse sensibile ai disturbi di rete, allora si deve ricorrere alla realizzazione del filtro rappresentato in figura 5. Per costruire questo circuito si debbono utilizzare condensatori con tensioni di isolamento di 1.500 V; le impedenze J3-J4 debbono essere costruite con filo di rame smaltato del diametro di 1 mm, avvolgendo una ventina di spire su un nucleo di ferrite cilindrico del diametro di 10 mm, del tipo di quelli usati per le antenne dei ricevitori radio portatili a transistor.

COLLAUDO

Il collaudo del trasmettitore deve essere iniziato prendendo tutte le cautele necessarie.
Dopo aver controllato più volte l'esattezza del cablaggio, mantenendo aperto l'interruttore S1, si può chiudere l'interruttore S2. Con questa operazione si deve assistere all'accensione progressiva dei filamenti di tutte le valvole.

Dopo avere effettuato questo controllo, cioè dopo aver constatato che tutte le valvole risultano accese, si può chiudere l'interruttore S1. Sul mil-

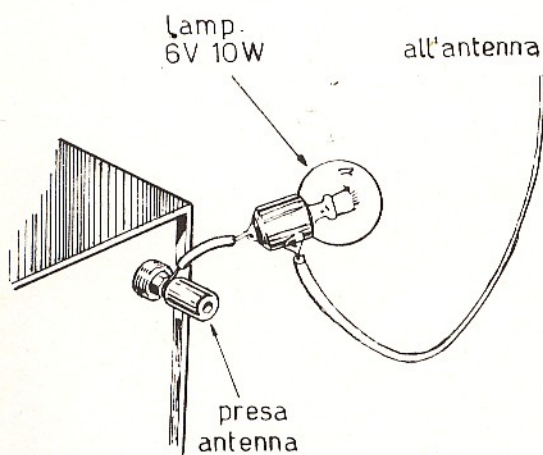
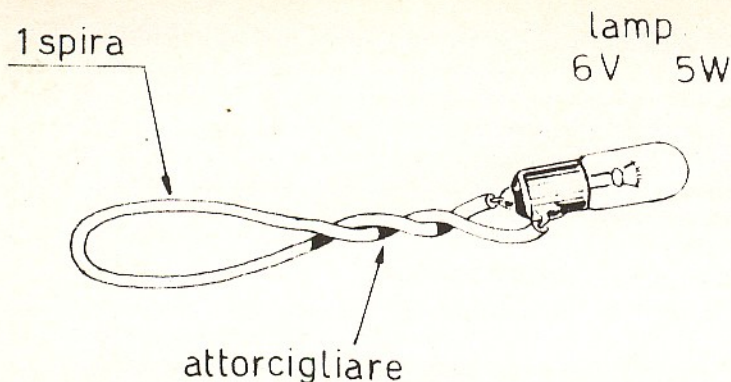



FIG 7 - Questa lampadina, la cui applicazione deve essere fatta sui reofori della bobina L1, si accende per induzione e permette di completare le operazioni di taratura del trasmettitore.

liamperometro si dovrà leggere un valore di corrente di 120 mA.
Dopo quest'ultima prova occorre riaprire l'interruttore S1 e collegare l'antenna inserendo, in serie ad essa, una lampadina da 6 V - 10 W. Contemporaneamente, sulla bobina L1, si applica un'altra lampadina (figura 7); l'applicazione deve essere fatta sui reofori della bobina. Questa lampadina dovrà accendersi per induzione. Giunti a questo punto del collaudo del trasmettitore, occorre chiudere alla massima capacità il condensatore C10, accendendo il circuito di alimentazione tramite S1 e facendo ruotare rapidamente il condensatore C9 fino ad ottenere la massima luminosità della lampadina collegata induttivamente con la bobina L1. Questa condizione deve corrispondere a quella di una notevole diminuzione della corrente sul milliamperometro.
Regolando ora il condensatore C10, fino ad ottenere la massima luminosità della lampadina collegata in serie con l'antenna (figura 6), si ritocca la posizione del condensatore variabile C9 e si procede in questo modo sino ad ottenere la massima luminosità della lampada collegata in serie con l'antenna.
A questo punto il milliamperometro dovrebbe indicare un valore di corrente di 75 mA circa. E ciò significa che il circuito composto dalla bobina L1 e dai due condensatori variabili C9-C10 e l'antenna stessa, sono perfettamente accordati e il trasmettitore è in funzione. Soltanto ora si può togliere la lampada collegata induttivamente con la bobina L1, mentre è consigliabile conservare, almeno durante le prime prove, l'altra lampada collegata in serie con l'antenna.
Inserendo il microfono e collaudando la modulazione si noterà che, mentre si parla davanti al microfono, la luminosità della lampada aumenterà (modulazione positiva); la luminosità, invece, diminuirà nel caso di modulazione negativa; in questo secondo caso si dovranno invertire i collegamenti sui terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore T1.
La regolazione di volume potrà essere effettuata soltanto durante il primo collegamento, anche se il punto ottimo si trova a tre quarti del volume.

TICO-TICO

STUPENDO RICEVITORE SUPERETERODINA A 8 TRANSISTOR PER ONDE MEDIE

- E' un piacevole esercizio di radiotecnica applicata
- La potenza è di 0,5 watt
- La risposta in BF si estende fra gli 80 e i 12.000 Hz
- Tutti lo possono costruire

IN SCATOLA DI MONTAGGIO!

COSTA SOLO L. 5900

Le richieste debbono essere fatte a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52, inviando anticipatamente l'importo di L. 5.900 a mezzo vaglia postale o c.c.p. n. 3/26482 (spese di spedizione comprese). L'ordine in contrassegno costa 500 lire in più.

Una scatola di montaggio di gran prestigio

L'AMPLIFICATORE STEREOFONICO DA 20 + 20 W

ATTENZIONE!

- Il kit dell'amplificatore costa lire 12.500.
- Il kit dell'alimentatore costa lire 11.000.

CARATTERISTICHE AMPLIFICATORE:

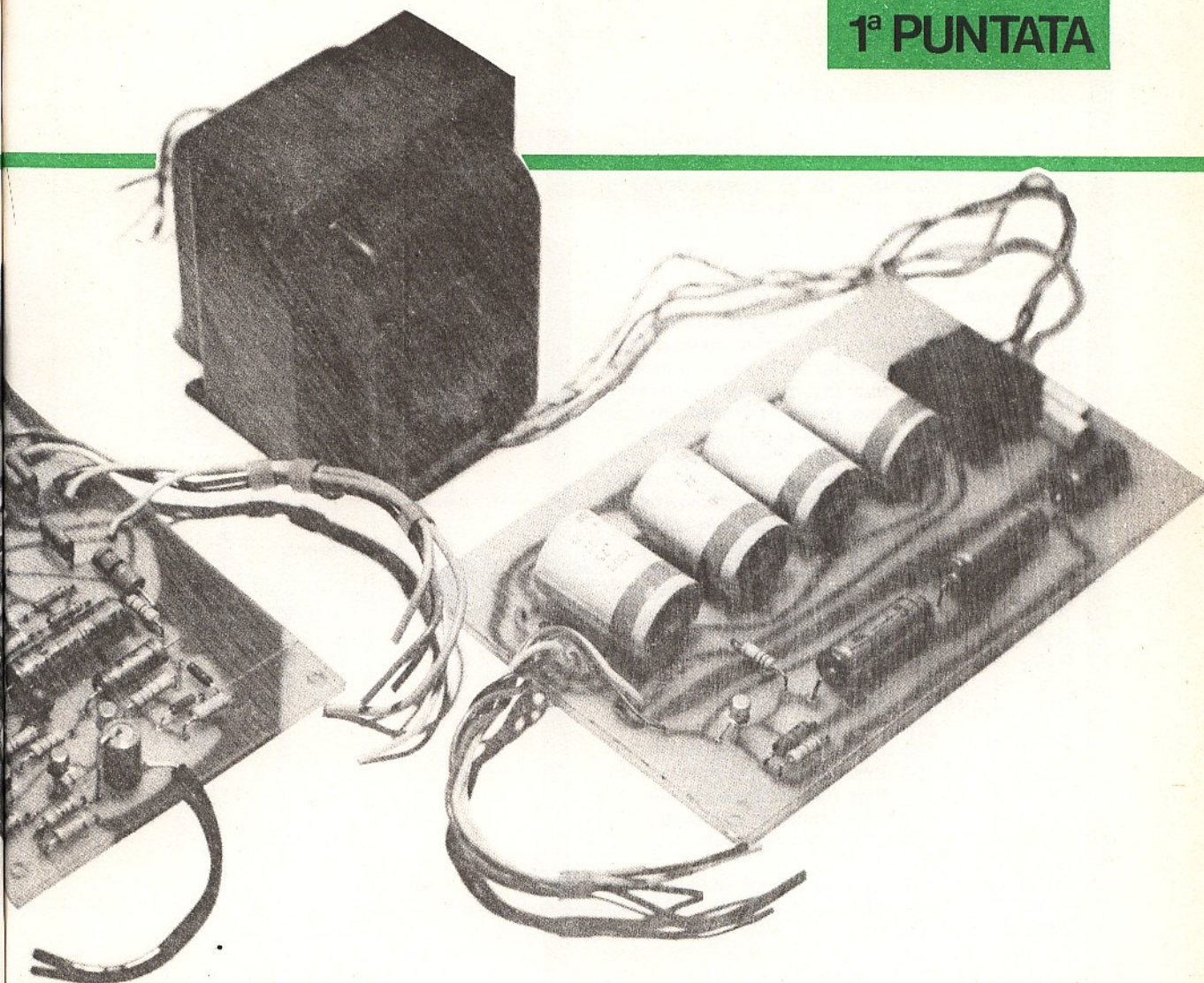
Potenza:	20 W
Impedenza di entrata:	30.000 ohm
Sensibilità	330 mV
Potenza di uscita:	20 W
Risposta in frequenza	15 Hz - 100.000 Hz
Carico di uscita:	8 ohm
Distorsione (potenza nom.):	0,1%
Rumorosità (riferita alla pot. nom.):	— 80 dB

CARATTERISTICHE ALIMENTATORE:

Potenza:	80 W
Due uscite separate per stereo:	+ 22 — 22 V
Filtro elettronico per preamplificatore	

Presentiamo, in due puntate successive, il progetto completo di un amplificatore stereofonico transistorizzato, di cui poniamo in vendita, fin da questo numero, il kit per il montaggio completo dell'amplificatore di potenza e quello per il montaggio dell'alimentatore. Nel prossimo numero presenteremo il progetto e il kit del preamplificatore bicanale.

Se il primo fascicolo della nostra Rivista ha riscosso un grande successo fra tutti gli appassionati di elettronica, sia per la varietà dei progetti descritti, sia per le stupende scatole di montaggio presentate, è certo che questo secondo fascicolo di Elettronica Pratica entusiasmerà un po' tutti gli amatori dell'alta fedeltà e della stereofonia. Soprattutto perché, con una minima spesa, ciascun lettore avrà la possibilità di realizzare una catena di riproduzione del suono che, in commercio, verrebbe a costare qualche centinaio di migliaia di lire. Ma l'interesse, che le nostre scatole di montaggio potranno sollevare, va ben oltre. Perché molti lettori, cogliendo questa occasione, potranno iniziare una piccola attività artigianale costruendo e vendendo ad amici e parenti un complesso stereofonico, di alta qualità, ad un prezzo assolutamente imbattibile.

1ª PUNTATA

UN PUNTO DI ARRIVO

Ogni catena di riproduzione del suono ad alta fedeltà è composta da diversi elementi. Il primo anello della catena può essere rappresentato da un giradischi, da un sintonizzatore o da un microfono. Il secondo anello è quello del preamplificatore, cioè dell'apparato destinato a trasformare i segnali elettrici, provenienti dal primo anello, in segnale a livello unico, medio e prefissato, il quale pretende dalla successiva amplificazione un guadagno costante con la frequenza.

Il terzo anello della catena è l'amplificatore di potenza, cioè l'apparato che amplifica il segnale proveniente dall'amplificatore in misura tale da renderlo idoneo al pilotaggio dei diffusori acustici. Il quarto ed ultimo anello è rappresentato dal sistema di diffusione del suono, che comprende gli altoparlanti, il filtro cross-over e le casse acustiche nelle quali vengono racchiusi gli altoparlanti.

L'evoluzione tecnologica ha più volte rivoluzionato i vari anelli di questa catena e, di conseguenza, le prestazioni dei vari elementi che, col passare del tempo, sono via via migliorate. Allo stato attuale della tecnica ci si è avvicinati molto alla condizione ideale, quella in cui il sistema di riproduzione artificiale diviene quasi inavvertibile, cioè indistinguibile, all'orecchio dell'appassionato, dal suono vivo.

Ma se in taluni settori l'evoluzione tecnica non è avanzata su uno stesso fronte, nel settore dei preamplificatori e in quello degli amplificatori si può dire di essere giunti ad un punto di arrivo. Perché oggi si sono raggiunte talune mete che non permettono alcun difetto distinguibile dall'orecchio umano.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 25 µM - 25 Vl. (elettrolitico)
C2 = 22 pF
C3 = 50 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C4 = 15 pF
C5 = 200 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C6 = 100.000 pF (marrone-nero-giallo)
C7 = 100.000 pF (marrone-nero-giallo)
C8 = 100.000 pF (marrone-nero-giallo)

Resistenze

R1 = 1.000 ohm (marrone-nero-rosso)
R2 = 33.000 ohm (arancio-arancio-arancio)
R3 = 33.000 ohm (arancio-arancio-arancio)
R4 = 1.200 ohm (marrone-rosso-rosso)
R5 = 270 ohm (rosso-viola-marrone)
R6 = 680 ohm (blu-grigio-marrone)
R7 = 15.000 ohm (marrone-verde-arancio)
R8 = 33.000 ohm (arancio-arancio-arancio)
R9 = 3.300 ohm (arancio-arancio-rosso)
R10 = 1.000 ohm (marrone-nero-rosso)
R11 = 560 ohm (verde-blu-marrone)
R12 = 220 ohm (potenz. semifisso - 1/4 watt per CS verticale)
R13 = 330 ohm (arancio-arancio-marrone)
R14 = 470 ohm (giallo-viola-marrone)
R15 = 470 ohm (giallo-viola-marrone)
R16 = 3.300 ohm (arancio-arancio-rosso)
R17 = 10.000 ohm (marrone-nero-arancio)
R18 = 220 ohm (rosso-rosso-marrone)
R19 = 220 ohm (rosso-rosso-marrone)
R20 = 10.000 ohm (marrone-nero-arancio)
R21 = 180 ohm (marrone-grigio-marrone)
R22 = 180 ohm (marrone-grigio-marrone)
R23 = 270 ohm (rosso-viola-marrone)
R24
R25 = 470.000 ohm — 3 watt (a filo)
R26 = 470.000 ohm — 3 watt (a filo)
R27 = 15 ohm — 1 watt (marrone-verde-nero)

La potenza di dissipazione di tutte le resistenze, se non è diversamente indicato, è da considerarsi di 1/2 watt al 5%.

Transistor

TR1 = BC284B (BC107B)
TR2 = BC284B (BC107B)
TR3 = BC284A (BC284B-BC107A-BC107B)
TR4 = BC287 (BC303-BCY54-BCX60-BSV82-BSS17)
TR5 = BC282 (BC177-BCY78-BCY79-BC107A-BC107B)
TR6 = BC282 (BC177-BCY78-BCY79 BC107A-BC107B)
TR7 = BC283 (BC177-BCY78-BCY79)
TR8 = BC286 (BC301-BSS31-BSV84-BCX40-BSS30)
TR9 = BC287 (BC303-BSS17-BSV82-BCX60-BSS17)
TR10 = 2N3055 (BDX10-BD130-BD182-BDX20)
TR11 = 2N3055 (BDX10-BD130-BD182-BDX20)

I transistor TR8-TR9 e TR10-TR11 debbono essere tutti selezionati in coppia.

Varie

D1 = BA128 (BA129-BAX16-BAX13-1N914)
D2 = BA128 (BA129-BAX16-BAX13-1N914)
D3 = BA128 (BA129-BAX16-BAX13-1N914)
D4 = BA128 (BA129-BAX16-BAX13-1N914)
D5 = BA128 (BA129-BAX16-BAX13-1N914)
D6 = BA128 (BA129-BAX16-BAX13-1N914)
D7 = BA128 (BA129-BAX16-BAX13-1N914)
ALTOPARLANTE = 8 ohm - 20 watt

Tutti i diodi possono essere sostituiti con altri tipi, purché al silicio e adatti per tensione di 50 V - 75 mA.

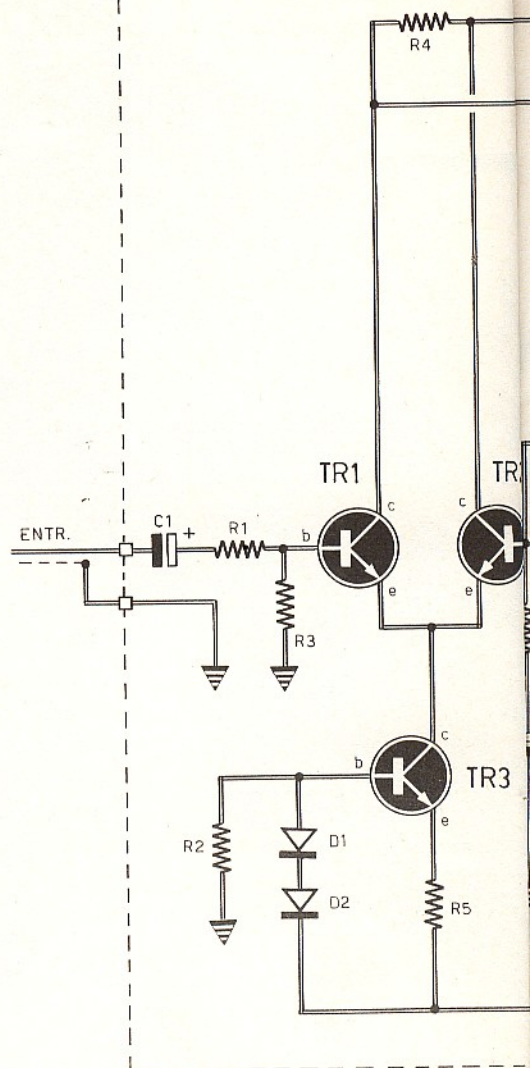
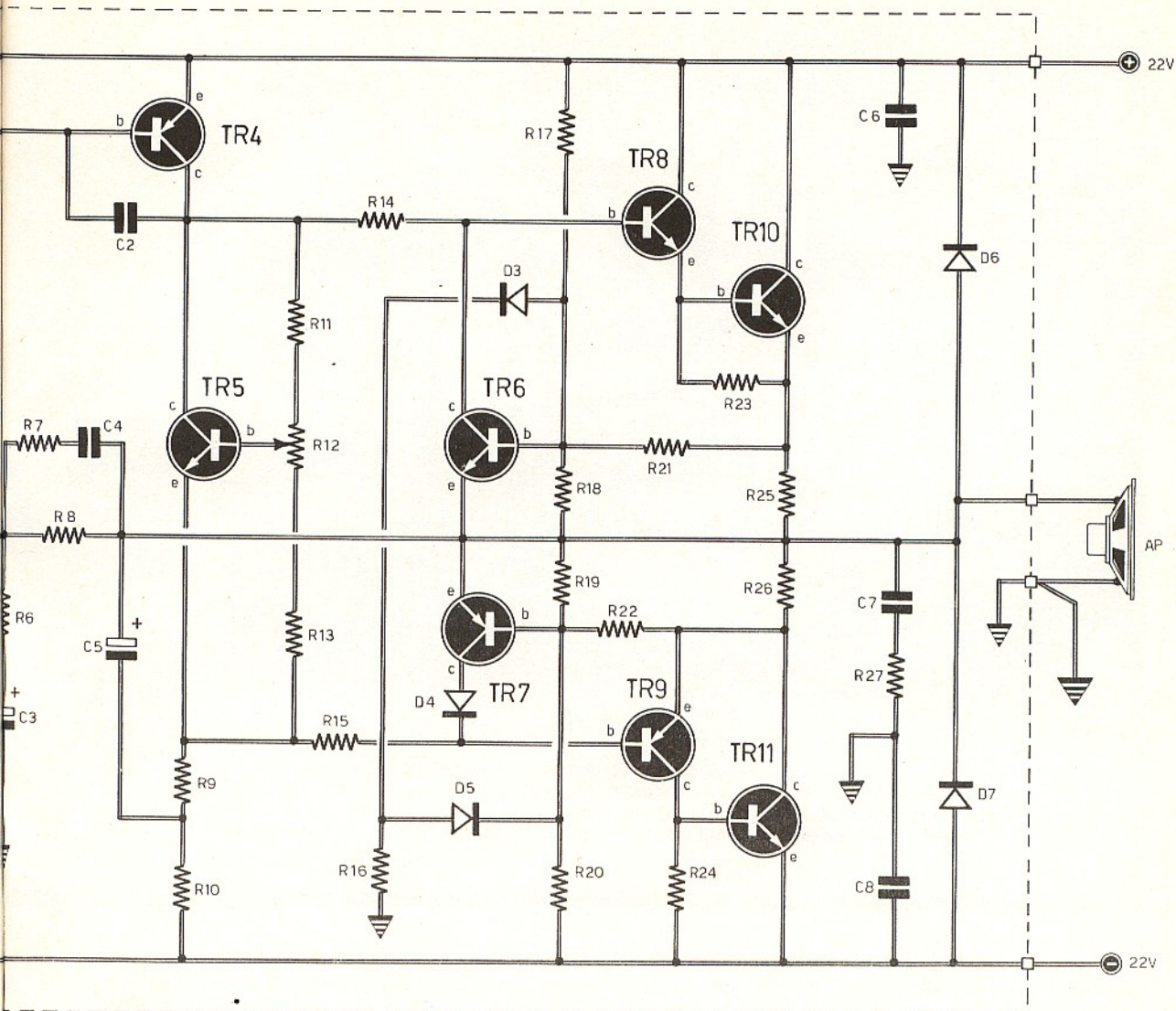



FIG 1 - Progetto dell'amplificatore di potenza da 20 W con 11 transistor e 7 diodi al silicio. I transistor TR1-TR2-TR3 compongono il circuito di entrata. Il transistor TR4 rappresenta lo stadio pilota. Lo stadio finale è composto dai transistor TR8-TR9-TR10-TR11; lo stadio stabilizzatore del punto di lavoro è pilotato da TR5.

PRESTAZIONI

Il lettore non deve essere tratto in inganno dagli sforzi, da noi perseguiti, nel contenere, entro limiti notevolissimi, il prezzo delle nostre scatole di montaggio, perché ciò non significa una rinuncia alle migliori caratteristiche elettroniche del più classico e completo amplificatore stereofonico, ad alta fedeltà, di tipo commerciale.
Lo scopo che ci eravamo prefisso, sin dalle prime fasi di progettazione, era quello di realizzare un apparato dalle prestazioni professionali, che raggiungesse quel limite tecnico oltre il quale è inutile e poco conveniente andare. Ed abbiamo anche cercato di realizzare un amplificatore stereofonico assai robusto, in grado di sopportare, senza subire menomazione alcuna, anche le condizioni di funzionamento più gravose, conferendo ad esso ogni concetto di attualità tecnica in modo da conservarlo nel tempo come un prodotto sempre valido e moderno.

ALTA FEDELTA' E STEREOFONIA

Per rendere maggiormente accessibile a tutti, sotto l'aspetto tecnico e quello economico, l'amplificatore stereofonico, abbiamo ritenuto opportuno suddividere in due puntate la presentazione del-

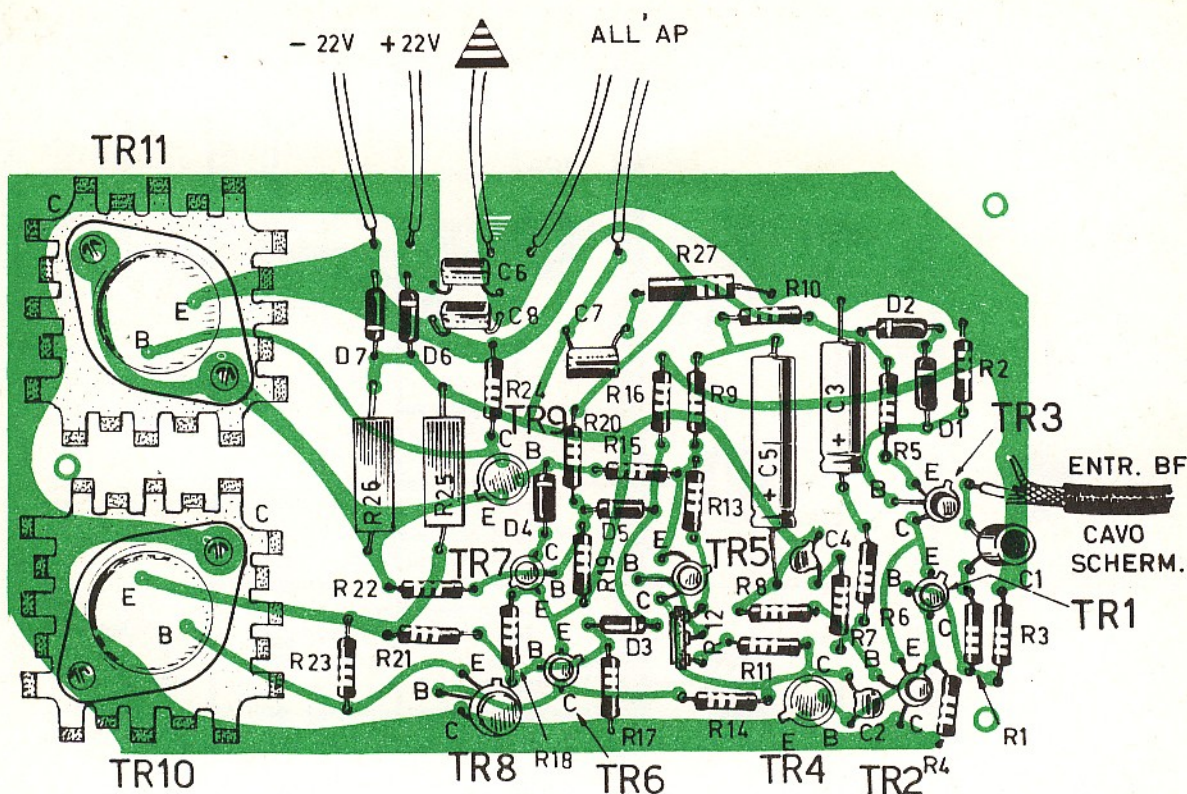
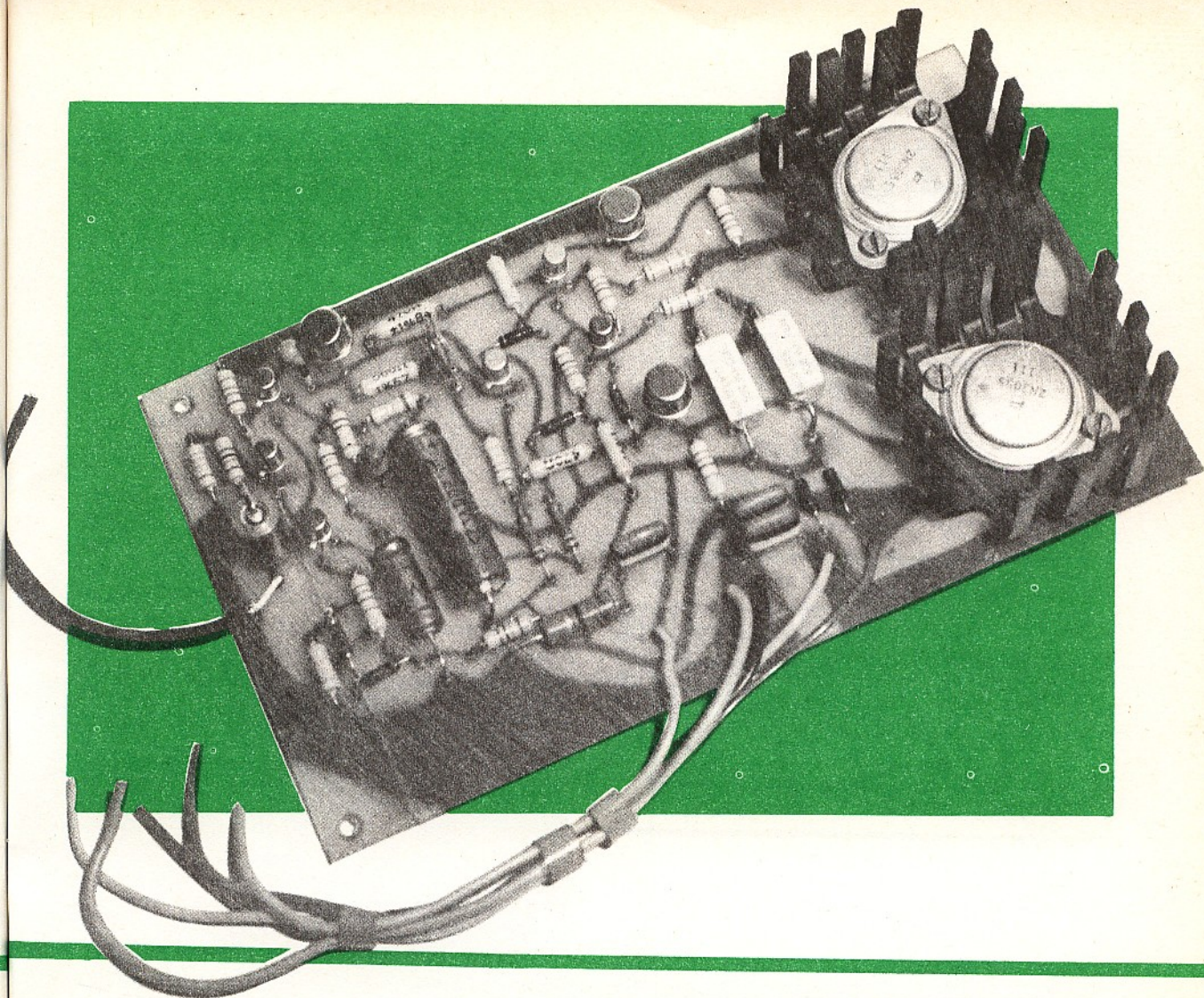



FIG 2 - Piano costruttivo dell'amplificatore di potenza. Per quanto riguarda l'altoparlante si consiglia di utilizzare uno dei due diffusori elencati sul catalogo di Elettronica Pratica (Il nostro Magazzino al vostro servizio) essi sono i tipi: Hi-Fi 1.000/AP; Hi-Fi 1.500/AP o Hi-Fi 2.000/AP. Per questi tipi di diffusori occorrono casse acustiche rispettivamente da 20-40-80 litri.

l'intero progetto. In questo fascicolo, infatti, ci limiteremo alla presentazione della sezione alimentatrice e di quella amplificatrice di potenza, rinviando al prossimo mese la presentazione del circuito del preamplificatore che, a conferma del suo valore di attualità, monta, per la parte attiva, un circuito integrato monolitico. Coloro che vorranno realizzare l'intero complesso stereofonico dovranno montare il circuito dell'alimentatore, due circuiti amplificatori di potenza (per l'amplificazione dei segnali dei due canali) e un solo circuito del preamplificatore.
Poiché è oggi possibile disporre di sorgenti di segnale stereofonico, è ovvio che ogni sistema amplificatore ad alta fedeltà debba essere concepito come un riproduttore di suono stereofonico, cioè deve essere dotato di due distinti canali di riproduzione. Ciò non significa, tuttavia, che non si possa realizzare, in un primo tempo, un solo canale amplificatore, in modo da ottenere un sistema riproduttore ad alta fedeltà monoaurale. Il lettore, dunque, potrà costruire un preamplificatore, un amplificatore di potenza e un alimentatore. Il secondo canale potrà essere aggiunto successivamente.
La possibilità di suddividere in due fasi successive la realizzazione del complesso ad alta fedeltà, concede molti vantaggi. Il primo fra questi consiste nel suddividere in due tempi diversi l'impegno di lavoro e quello economico, senza dover rimanere... a bocca asciutta fra una fase costruttiva e l'altra. In secondo luogo si può raggiungere la convinzione di aver... imboccato la strada giusta e ci si può rendere conto, nella realtà tecnica, di aver ottenuto tutte quelle prestazioni che sono state fin qui citate.

REQUISITI DELL'AMPLIFICATORE DI POTENZA

L'amplificatore di potenza deve rispondere a dei precisi requisiti. Analizziamoli uno per uno.
La distorsione non deve essere udibile e deve rimanere contenuta nell'ordine dei decimi di percentuale. Ma occorre far bene attenzione alle condizioni di misura della percentuale di distorsione.

Infatti, se quasi tutti gli amplificatori possono vantare distorsioni inferiori all'1%, tale condizione è valida soltanto per le frequenze di centro gamma (300 - 3.000 Hz) e ad una potenza che, spesso, non rappresenta nemmeno la decima parte di quella massima.
L'amplificatore, da noi progettato, fornisce la massima potenza di uscita efficace con un tasso di distorsione che è, in ogni caso, inferiore allo 0,1%, su tutta la gamma.
E veniamo alla banda di risposta.
Generalmente si intende come gamma ottimale quella compresa fra i 20 Hz e i 20.000 Hz. Infatti, tale è la gamma normale dei suoni. Ma un amplificatore di potenza, per poter riprodurre anche i segnali più complessi, senza distorsione, deve possedere una gamma più estesa.
Analogamente a quanto detto in precedenza, anche la banda di frequenza deve essere misurata a piena potenza. Il nostro amplificatore presenta una gamma che si estende fra i 15 Hz e i 100.000 Hz.
La banda di risposta potrebbe essere estesa anche alle altre frequenze, dato che i transistor montati nel circuito superano i 100.000 Hz. Ma la banda di risposta è stata da noi limitata per mezzo di filtri, in modo da conferire al complesso un ottima stabilità elettrica; in modo cioè da evitare inneschi e così da ottenere una risposta ottima alle onde quadre.
Per quanto riguarda la potenza di uscita, possiamo dire che è quasi sempre impossibile orientarsi fra i vari dati normalmente forniti (potenza nominale, potenza musicale, potenza efficace, potenza massima). E' necessario, quindi, riordinare talune tendenze commerciali e speculative. Precisiamo subito che il nostro progetto non è destinato a sonorizzare un salone pubblico, ma deve servire per le abitazioni civili, in ambienti anche di notevoli dimensioni. Con questo concetto costruttivo, servendosi di un buon sistema di altoparlanti, si può raggiungere un livello di suono assordante con soli 5 W efficaci per canale. Ma giustamente tale potenza non è ritenuta sufficiente per le in-

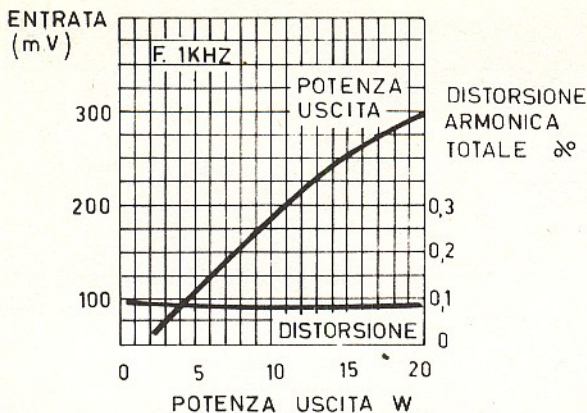



FIG 3 - Diagramma relativo alla potenza di uscita e alla distorsione dell'amplificatore di potenza.

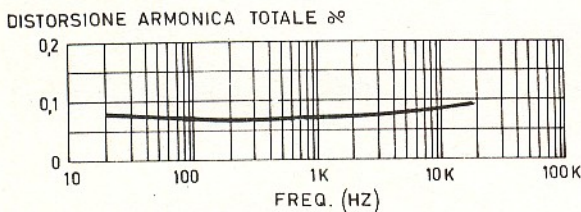



FIG 4 - Curva caratteristica della distorsione armonica totale, valutata in percentuale.

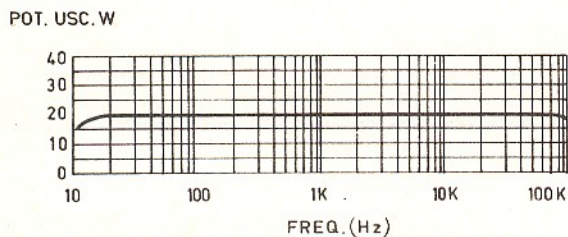



FIG 5 - Diagramma della potenza di uscita dell'amplificatore di potenza in funzione della frequenza.

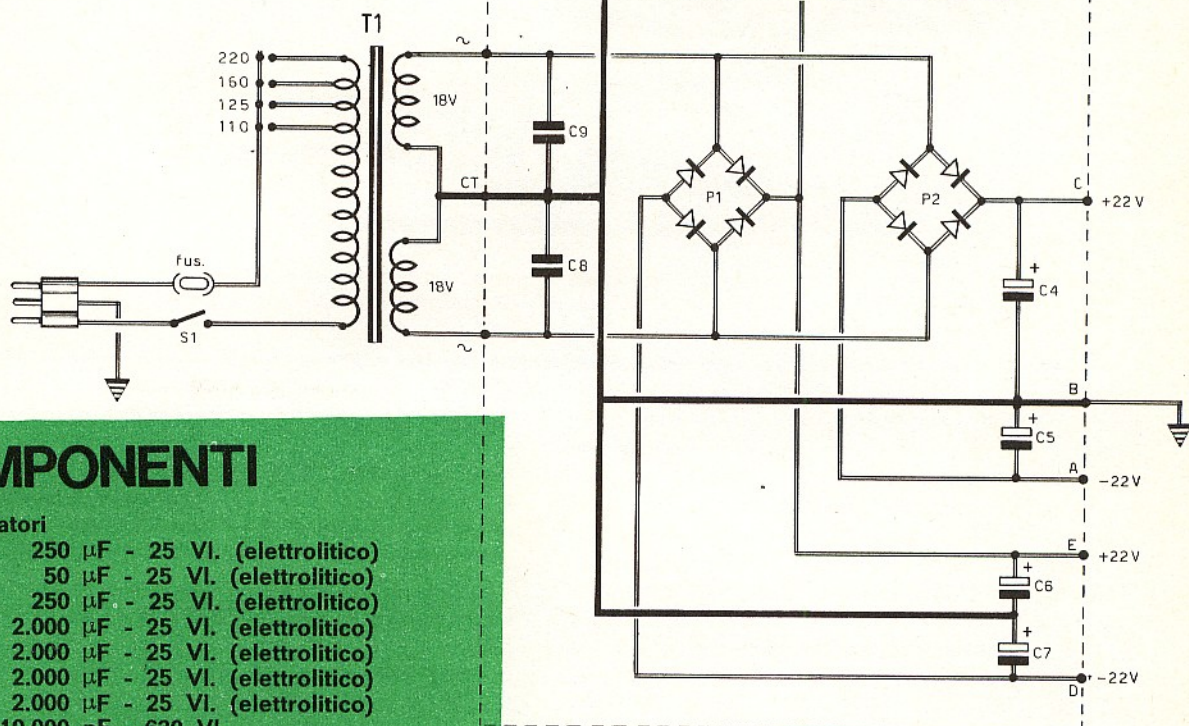
stallazioni ad alta fedeltà, perché nei picchi del suono la potenza è maggiore. Ciò non significa che si debba necessariamente ricorrere ad amplificatori da 100 W, che renderebbero assai costosi l'alimentatore e il sistema degli altoparlanti. Ma per le applicazioni pratiche, cui è destinato il nostro amplificatore, è necessaria una potenza di 15 W efficaci.
Tra i watt efficaci e i watt massimi, nel caso di segnale sinusoidale, c'è una differenza di 1,41. Ciò significa che uno stesso segnale, misurato in watt efficaci, viene segnalato con una cifra di 1,41 volte inferiore a quella che si citerebbe nel caso di watt massimi. In ogni caso i dati da noi forniti vengono espressi in valori efficaci e qualora dovessero essere confrontati con altri, espressi in valori massimi, debbono essere moltiplicati per 1,41.

POTENZA MUSICALE

La potenza musicale è un dato che solitamente sta ad indicare quale potenza può sopportare l'amplificatore, per un breve istante, senza danneggiarsi o senza che intervengano i dispositivi di protezione, qualora questi siano montati nell'amplificatore. Ma la potenza musicale è un dato che non può garantire la distorsione su livelli di potenza elevati. Quasi sempre la potenza musicale è superiore della metà o del doppio di quella nominale.
Ma per non confondere le idee, ci si deve riferire alla potenza che l'amplificatore è in grado di erogare, in misura continua, con un segnale sinusoidale, al tasso di distorsione dichiarato. Nel nostro caso tale valore, espresso in valore efficace e alla distorsione inferiore allo 0,1%, è di 20 W, se si utilizza un altoparlante da 8 ohm. La potenza di 20 W, da noi citata, è quella che, in pratica, garantisce il corretto funzionamento dell'amplificatore su questi livelli di potenza effettiva di ascolto, anche se la potenza di picco può risultare superiore.
Per quanto riguarda la rumorosità, possiamo dire che questa è inferiore di 80 dB rispetto alla potenza nominale. Ciò significa che il rumore è udibile soltanto appoggiando l'orecchio sull'altoparlante. Comunque, più che la rumorosità, in ogni amplificatore di potenza, conta la reiezione alla corrente alternata, cioè la mancanza di ronzio di fondo.
Nel nostro caso la reiezione alla corrente alternata è sufficiente a rendere inutile l'inserimento di un filtro, concettualmente complesso sull'alimentatore.

SCONGIURATI I CORTOCIRCUITI

Il nostro amplificatore è protetto contro i cortocircuiti sul carico, cioè sull'altoparlante. Tale protezione si estende anche ai sovraccarichi. Questa caratteristica è fondamentale; infatti, se attualmente vengono da tutti apprezzati i vantaggi che gli amplificatori transistorizzati presentano rispetto a quelli a valvole, sia dal punto di vista meccanico, sia da quello elettrico, può rimanere ancora un dubbio sui dispositivi allo stato solido. Nei semiconduttori, un tempo, poteva bastare un cortocircuito, anche per un brevissimo istante, per bruciare i transistor finali e coinvolgere, nel guasto, anche i transistor piloti e l'alimentatore, prima che i fusibili potessero intervenire.
Anche il funzionamento senza carico poteva danneggiare gli amplificatori a transistor. E questi

FIG 6 - Progetto dell'alimentatore adatto per alimentare l'intera catena stereofonica. I due ponti raddrizzatori permettono di alimentare due distinti canali di amplificazione, così da ottenere, fra questi, un efficace disaccoppiamento.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 250 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C2 = 50 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C3 = 250 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C4 = 2.000 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C5 = 2.000 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C6 = 2.000 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C7 = 2.000 µF - 25 Vl. (elettrolitico)
C8 = 10.000 pF - 630 Vl.
C9 = 10.000 pF - 630 Vl.

Resistenze

R1 = 150 ohm (marrone-verde-marrone)
R2 = 2.700 ohm (rosso-viola-rosso)
R3 = 6.800 ohm (blu-grigio-rosso)
Le resistenze sono tutte da ½ watt al 5%.

Varie

P1 = ponte raddrizzatore monofase al silicio (50 V - 2 A)
P2 = ponte raddrizzatore monofase al silicio (50 V - 2 A)
TR1 = BC107B
T1 = trasf. d'alimentazione (80 W)

motivi erano sufficienti per disarmare molti entusiasmi e rinunciare alle caratteristiche più brillanti dei transistor per ritornare alle vecchie valvole elettroniche, che meglio sopportano tali incidenti.

Il circuito del nostro amplificatore risolve ora il problema a netto favore dei transistor, perché in esso è stato inserito uno speciale circuito dotato di due diodi, due transistor e sette resistenze, che protegge l'amplificatore e l'alimentatore dai cortocircuiti e dai sovraccarichi, così che, dopo uno di tali inconvenienti, l'amplificatore entra istantaneamente in funzione, senza necessitare di alcuna operazione manuale, eccezion fatta di quella necessaria per eliminare il cortocircuito o il sovraccarico.

ELIMINATO IL TRASFORMATORE D'USCITA

Se gli amplificatori a valvole presentano l'inconveniente del trasformatore d'uscita, quelli a transistor, che ne fanno a meno, presentano l'inconveniente del condensatore elettrolitico, che accoppia l'altoparlante con il punto centrale dei transistor finali. Tale condensatore, infatti, viene sottoposto a sollecitazioni che ne abbreviano la vita. Esso viene attraversato in continuazione da correnti elettriche dell'ordine di alcuni ampere ed il loro dimensionamento è spesso ristretto e

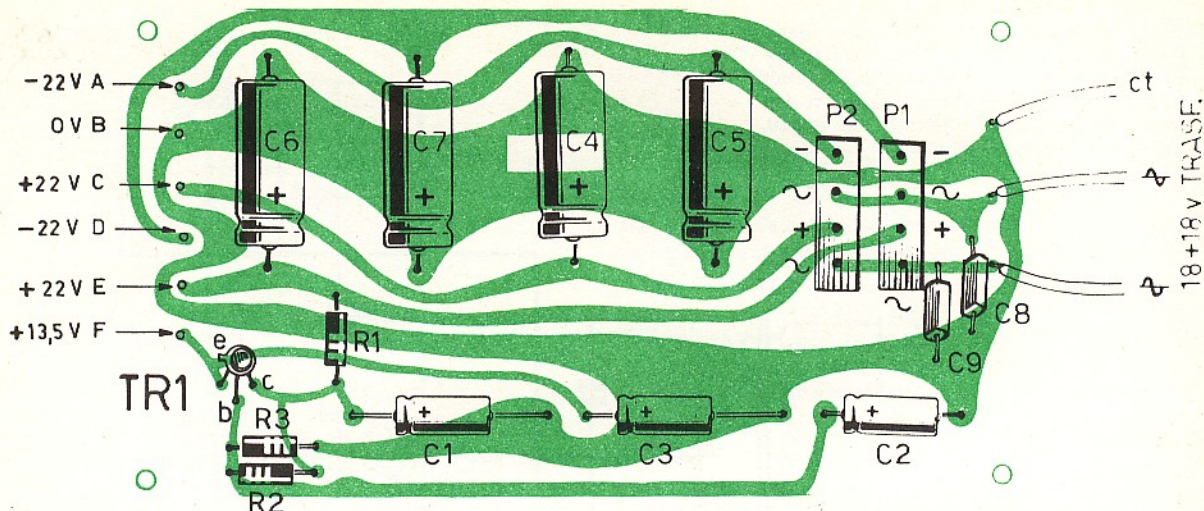



Fig. 7 - Piano costruttivo dell'alimentatore. L'entrata del circuito deve essere collegata con un trasformatore di alimentazione, dotato di avvolgimento primario universale e di avvolgimento secondario a 18 + 18 V.

non prevede quel margine di tensione di lavoro necessario per la sua integrità. Ciò succede perché i condensatori elettrolitici di elevata capacità non sono sempre reperibili in commercio e vengono a costare molto. Ma il condesatore elettrolitico limita anche la risposta alle alte frequenze ed anche a quelle basse, a causa della sua elevata reattanza. Il condensatore elettrolitico, inoltre, rende più gravose le condizioni di lavoro dei transistor finali. Ma nel nostro amplificatore anche questo condensatore è stato eliminato, perché l'altoparlante risulta direttamente collegato, in corrente continua, tra massa e il punto centrale dei transistor finali.

I transistor adottati nel nostro amplificatore sono tutti al silicio e presentano, negli stadi pilota, un guadagno elevato ed un'alta stabilità. Tali caratteristiche debbono attribuirsi allo sviluppo della tecnologia planare. La risposta alle alte frequenze, infatti, sarebbe stata così elevata che si è dovuto limitarla per evitare fenomeni di instabilità.

I trasformatori finali sono assai robusti; ciascuno di essi può dissipare una potenza fino a 117 W, sopportando tensioni V_{CE} fino a 60 V, con correnti di collettore fino a 15 A.

DESCRIZIONE DEL CIRCUITO

Il nostro amplificatore di potenza è un circuito a simmetria quasi complementare, dotato di alimentazione duale; esso monta 11 transistor al silicio e 7 diodi. E' composto di uno stadio di entrata (TR1-TR2-TR3), di uno stadio pilota (TR4) di uno stadio finale (TR8-TR9-TR10-TR11) e di uno stadio stabilizzatore del punto di lavoro (TR5); lo stadio di protezione è pilotato dai transistor TR6-TR7.

Lo stadio di entrata è costituito da un amplificatore differenziale che vede in ruolo attivo i transistor TR1 e TR2. Il segnale giunge alla base di TR1 attraverso C1-R1; la resistenza R1 protegge lo stadio da segnali troppo forti, mentre il condensatore C1 isola lo stadio da eventuali componenti continue del segnale.

L'altra entrata dello stadio differenziale fa capo alla base del transistor TR2. Questo stadio amplifica la differenza fra i segnali applicati sulle due entrate; a questa seconda entrata, quindi, viene applicata la controreazione totale in corrente alternata.

La corrente di alimentazione dello stadio differenziale è fornita da TR3.

L'elevata impedenza di ingresso, che è di circa 35.000 ohm, semplifica i collegamenti con i vari tipi di preamplificatori. Ciò significa che si possono utilizzare tutti i preamplificatori con uscita a bassa o media impedenza e con segnale di almeno 330 mV.

Il segnale amplificato viene prelevato sui terminali della resistenza R4 e raggiunge la base del transistor pilota TR4. Dal collettore di questo transistor il segnale raggiunge le due entrate nello stadio finale, rappresentate dalle basi di TR8 e TR9.

Perché lo stadio lavori senza distorsione, i transistor TR8 e TR9 devono essere selezionati in coppie. Anche per i transistor finali vale lo stesso concetto, perché anche TR10 e TR11 devono essere selezionati.

ATTENZIONE!

Nel prossimo fascicolo di Elettronica Pratica completeremo la presentazione dell'amplificatore stereofonico con la descrizione del circuito del preamplificatore bicanale, che verrà messo in vendita in scatola di montaggio.
Per ora i Signori Lettori possono richiederci soltanto il kit dell'alimentatore e quello dell'amplificatore di potenza, tenendo conto che, per la realizzazione di un semplice amplificatore monocanale da 20 W, sono sufficienti un alimentatore e un amplificatore di potenza. Per la realizzazione della catena Hi-Fi Stereo occorrono, invece, un alimentatore e due amplificatori di potenza e, ovviamente, un preamplificatore che verrà posto in vendita nel prossimo mese di giugno.

- LA SCATOLA DI MONTAGGIO DELL'AMPLIFICATORE COSTA LIRE 11.000.
- LA SCATOLA DI MONTAGGIO DELL'ALIMENTATORE COSTA LIRE 12.500.

Le richieste dei kit devono essere fatte inviando anticipatamente l'importo, a mezzo vaglia o c.c.p. n. 3/26482, intestato a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti 52.

Nella nostra scatola di montaggio i transistor sono selezionati e segnalati con una lettera alfabetica. In pratica, quindi, su uno stesso amplificatore bisogna utilizzare transistor con la sigla identica.
Lo stadio stabilizzatore di corrente di riposo dello stadio finale è rappresentato dal transistor TR5. Regolando la polarizzazione di base di TR5, si definisce la corrente in assenza di segnale nello stadio finale. Come è noto, nello stadio finale, in assenza di segnale, deve scorrere una certa corrente, in modo da evitare la distorsione di crossover.
Nel nostro caso è sufficiente regolare R12 per ottenere nei transistor finali una corrente di collettore di 30-40 mA, in modo da far scomparire ogni distorsione.

ALIMENTATORE

Il circuito dell'alimentatore è adatto per alimentare l'intera catena stereofonica. Infatti si sono utilizzati due distinti ponti raddrizzatori per alimentare due canali, in modo da ottenere un efficace disaccopiamento fra i due canali. Non sono state inserite resistenze o circuiti di filtro, perché ciò non era necessario ed anche per evitare cadute di tensione a piena potenza, che provocherebbero sensibili distorsioni.
L'alimentatore è anche dotato di un filtro elettronico, che permette di eliminare il ronzio. Questo filtro è rappresentato dalla presa a 13,5 V - 15 mA, che deve essere utilizzata per il circuito del preamplificatore a circuito integrato, che verrà presentato nel prossimo fascicolo della Rivista.

CALYPSO
SUPERETERODINA A VALVOLE IN SCATOLA DI MONTAGGIO

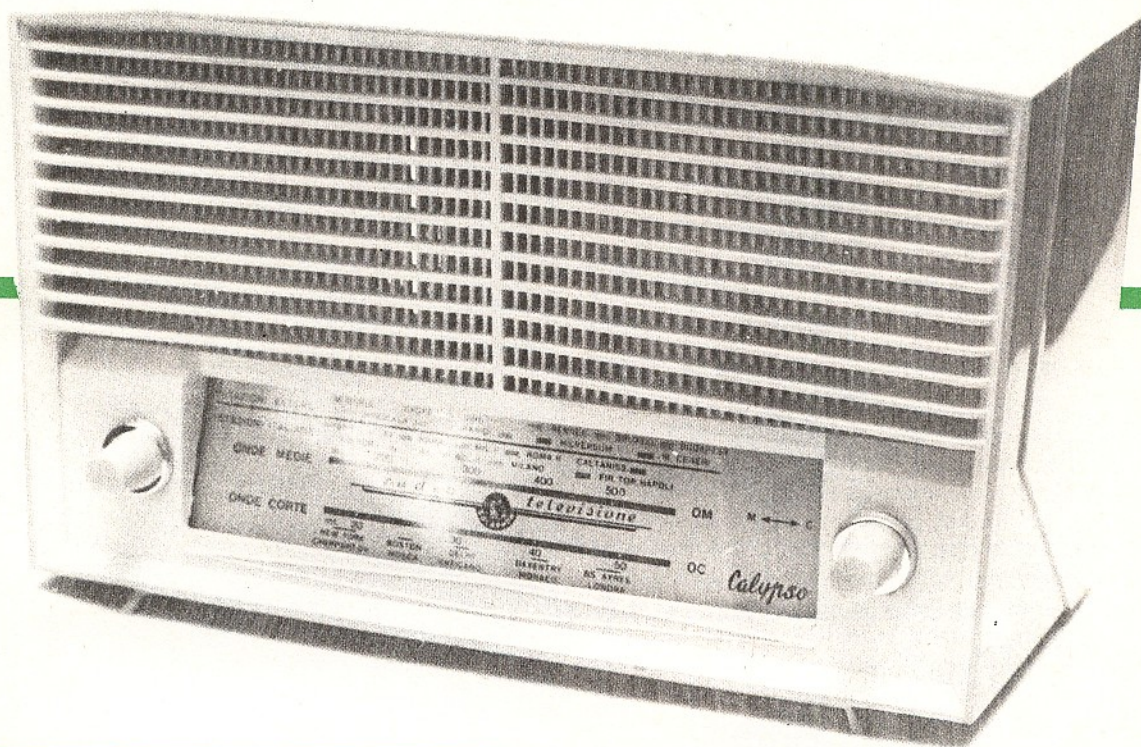
- **5 Valvole!**
- **2 Gamme d'onda!**
- **2 Watt di potenza!**
- **Per sole lire 7.900!**

E' qualcosa di più di una scatola di montaggio, perché il Calypso è, insieme, un banco di prova delle attitudini tecniche dei lettori principianti e una piacevole e completa lezione teorico-pratica di radiotecnica.
Il valore della media frequenza è di 470 KHz. L'alimentazione è derivata dalla rete-luce. Il consumo complessivo di energia elettrica si aggira intorno ai 35 W. Il circuito di accensione delle cinque valvole è di tipo misto: in serie e in parallelo. La gamma delle onde medie si estende tra i 190 e i 580 metri, mentre quella delle onde corte è compresa fra i 15,5 e i 52 metri.

Una scatola di montaggio che ci porti a scuola e che, nel giro di poche ore, ci faccia percorrere tutto l'orizzonte della radiotecnica elementare, dalle funzioni delle resistenze e dei condensatori a quelle delle valvole e dei trasformatori, deve essere, necessariamente, quella di un ricevitore radio supereterodina, a valvole.

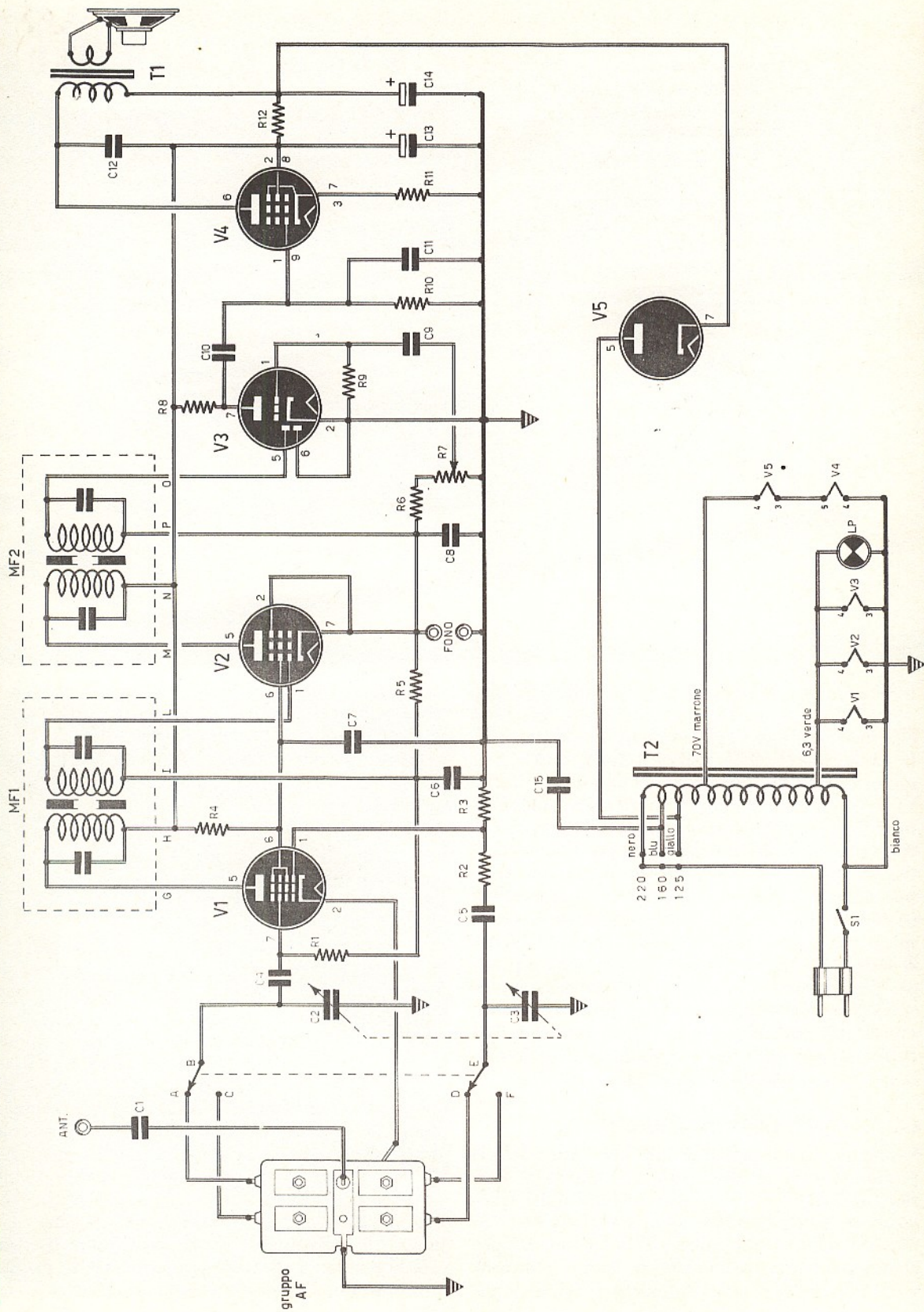
Perché i radiomontaggi a valvole permettono di agire con un buon margine di sicurezza e concedono all'operatore una certa libertà d'azione con il saldatore di tipo normale, senza ricorrere alle... lenti di ingrandimento, così come è necessario agire talvolta con i circuiti stampati. E non crediamo con ciò di meritarci, dai nostri lettori, l'appellativo di « invecchiati », perché, pur essendo la radio a valvole commercialmente superata o in fase di estinzione, questa è sempre valida, se non proprio necessaria, per fare « scuola ».

Non è possibile, infatti, aspirare alla qualifica di radiotecnico, radiomontatore o radioriparatore, neppure in forma dilettantistica, senza aver montato, almeno una volta e con successo, un ricevitore radio a valvole, alimentato con la tensione di rete e adatto per l'ascolto in altoparlante della gamma delle onde medie e di quelle corte. E non si deve credere che il ricevitore superete-

rodina a valvole rappresenti un'impresa ardua, accessibile soltanto a coloro che hanno già fatto esperienza ed hanno già studiato una buona parte della teoria della radio. Infatti, basta aver usato il saldatore per un certo periodo di tempo ed aver preso confidenza con i componenti elettronici per poter realizzare questo montaggio. Ciò che importa di più è l'attitudine per i lavori pratici ed una certa carica di entusiasmo per questa meravigliosa disciplina. Ma la chiarezza dei nostri schemi, le foto illustrative e le relative spiegazioni, sono tutti elementi che, nell'offrire al lettore un facile insegnamento teorico e pratico, permettono di realizzare ottimamente un ricevitore radio funzionante e di una certa classe, soprattutto perché questo lavoro è confortato dall'approntamento di una scatola di montaggio nella quale non manca neppure una vite.

LA SCATOLA DI MONTAGGIO

Sappiamo, per esperienza, che non tutti i lettori prestano interesse alla teoria che regola il funzionamento di un progetto; molti, infatti, preferiscono mettersi subito all'opera, prendendo in mano il saldatore, le pinze e i vari cacciaviti per cominciare immediatamente il lavoro costruttivo. Dunque, per non disilludere i primi e per appagare le aspirazioni di tutti gli altri, inizieremo subito con l'analisi della parte pratica relativa al piano costruttivo, mentre, in un secondo tempo, esporremo la teoria del funzionamento del progetto del ricevitore radio a circuito supereterodina.

E diciamo subito che il montaggio dell'apparato si effettua in due tempi diversi. Dapprima si montano tutti quegli elementi per i quali sono necessari le pinze ed i cacciaviti; poi si effettua il cablaggio vero e proprio del ricevitore, cioè si realizzano le saldature dei conduttori elettrici e dei componenti elettronici. Le operazioni di messa a punto e taratura si eseguono per ultime e coronano il lavoro compiuto.

Ovviamente, prima di iniziare il lavoro di montaggio, il lettore dovrà stendere sul banco di lavoro tutti gli elementi contenuti nella scatola di montaggio, separando le resistenze dai condensatori, le valvole dei trasformatori, gli zoccoli portavalvola dai trasformatori di media frequenza, il gruppo AF, il condensatore variabile e il potenziometro dalle altre parti meccaniche. E con questi elementi occorre familiarizzare, cercando di individuarne la funzione radioelettrica e il loro sistema di applicazione sul telaio metallico, tenendo sempre sott'occhio i disegni e le

COMPONENTI

Condensatori

C1	=	2.200 pF
C2	=	variabile (sezione aereo)
C3	=	variabile (sezione oscillatore)
C4	=	220 pF
C5	=	47 pF
C6	=	47.000 pF
C7	=	10.000 pF
C8	=	220 pF
C9	=	10.000 pF
C10	=	10.000 pF
C11	=	220 pF
C12	=	4.700 pF
C13	=	40 µF (elettrolitico)
C14	=	40 µF (elettrolitico)
C15	=	10.000 pF

Resistenze

R1	=	1 megaohm	(marr.-nero-marr.)
R2	=	100 ohm	(marr.-nero-marr.)
R3	=	22.000 ohm	(rosso-rosso-aranc.)
R4	=	4.700 ohm	(giallo-viola-rosso)
R5	=	2,2 megaohm	(rosso-rosso-verde)
R6	=	47.000 ohm	(giallo-viola-arancio)
R7	=	0,5 megaohm	(potenz. con interrut.)
R8	=	220.000 ohm	(rosso-rosso-giallo)
R9	=	10 megaohm	(marrone-nero-blu)
R10	=	470.000 ohm	(giallo-viola-giallo)
R11	=	150 ohm - 1 W	(marrone-verde-mar.)
R12	=	1.000 ohm - 1 W	(marr.-nero-rosso)

Valvole

V1	=	6BE6
V2	=	6BA6
V3	=	6AT6 (6AV6)
V4	=	35D5 (35QL6)
V5	=	35X4 (35A3 - 35W4)

Varie

T1	=	trasformatore d'uscita
T2	=	trasformatore d'alimentazione
MF1	=	1° trasf. MF
MF2	=	2° trasf. MF
S1	=	interruttore incorporato con R7
LP	=	lampada illuminazione scala

FIG 1 - Quei lettori che si cimenteranno nella costruzione del ricevitore a valvole Calypso, dovranno seguire attentamente questo schema teorico rappresentativo dell'intero progetto dell'apparecchio radio. Ciò è necessario affinché il lavoro di cablaggio possa risultare, oltre che una piacevole attività ricreativa, anche una lezione completa di radiotecnica sul principio della conversione di frequenza.

fotografie relativi al piano di cablaggio del ricevitore.

Le resistenze e i condensatori possono anche presentarsi in una forma diversa da quella riprodotta nelle varie illustrazioni. Ciò dipende dalle condizioni di mercato nel momento in cui viene confezionata la scatola di montaggio. Le resistenze, ad esempio, possono recare impresso, sul loro involucro, il valore ohmico; ma questo può anche essere espresso in codice. Facendo bene attenzione, tuttavia, non è possibile sbagliare, perché la scatola di montaggio è confezionata in modo da non creare dubbi di sorta.

MONTAGGIO DEI COMPONENTI SUL TELAIO

Prima di por mano al saldatore, si debbono montare sul telaio metallico tutte quelle parti che richiedono l'uso delle pinze e del cacciavite.

Il primo elemento è rappresentato dall'autotrasformatore, che deve essere inserito nella parte superiore del telaio, irrigidendolo mediante il ribaltamento delle quattro linguette di cui è dotato il componente. Se questa operazione dovesse risultare difficile, il lettore potrà eliminare il ribaltamento delle linguette, saldandole direttamente sul telaio con una buona dose di stagno.

Poi si applica, nella parte inferiore del telaio, il trasformatore di uscita T1. Anche questo componente viene fissato ribaltando le apposite linguette.

La terza operazione meccanica consiste nel fissare il potenziometro R7, in modo tale che i terminali risultino rivolti verso l'esterno; questa operazione va fatta stringendo l'apposito dado esagonale per mezzo di una pinza o, meglio, di una chiave.

Poi si fissa il cambiotensione, ripiegando, verso l'interno, le apposite linguette presenti sul telaio.

E' giunto ora il momento di applicare i cinque zoccoli portavalvola nella identica posizione con cui essi sono stati disegnati nei due schemi rappresentativi delle varie fasi successive di montaggio del ricevitore. Quattro dei cinque zoccoli sono perfettamente identici, cioè a sette piedini; il quinto zoccolo è di dimensioni più grandi ed è dotato di nove piedini; esso deve essere applicato nel foro centrale rispetto ai tre fori allineati di fronte all'autotrasformatore; su questo zoccolo verrà innestata la valvola amplificatrice finale, di potenza.

Si applicano quindi i due trasformatori di media frequenza MF1-MF2. Questi devono essere orientati in modo tale che la disposizione dei terminali sia quella rappresentata nello schema pratico di figura 3. Si può dire, con altre parole, che i due trasformatori di media frequenza devono essere montati in modo che le aperture, nel-

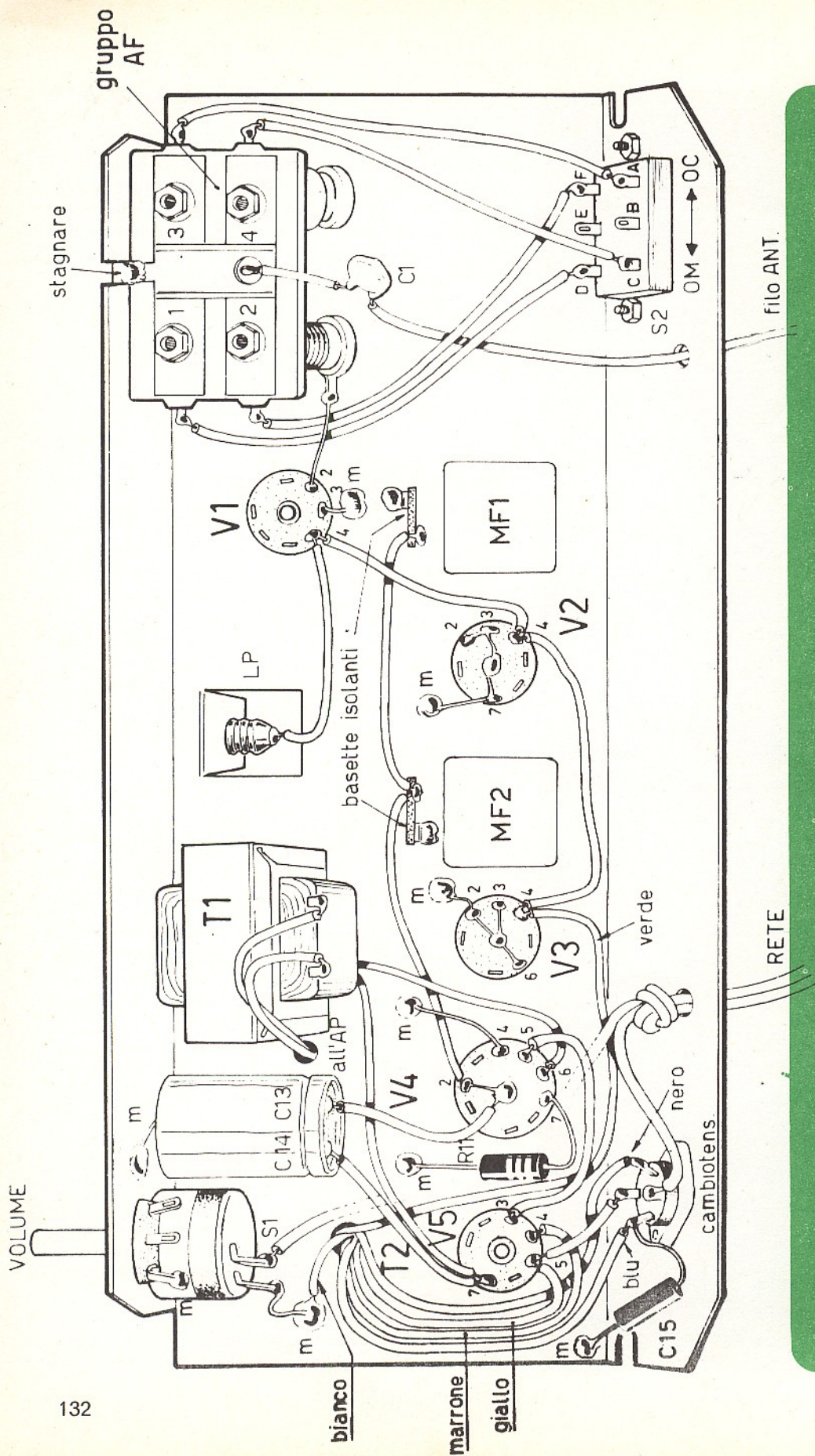



FIG 2 - Prima parte del piano di cablaggio del ricevitore radio a valvole per onde medie e corte. In questa prima fase di lavoro si compiono tutte le operazioni di ordine meccanico, cioè quelle necessarie per il fissaggio al telaio dei componenti più voluminosi. In questa stessa prima fase si realizza anche il circuito di alimentazione e quello di accensione delle valvole e della lampada di illuminazione della scala parlante. Sul gruppo di alta frequenza è ricavata una linguetta metallica che deve essere saldata a stagno sulla corrispondente linguetta ricavata sul telaio metallico.

FIG 3 - Nella seconda fase del cablaggio del ricevitore Calypso si applicano tutti i componenti di piccole dimensioni (condensatori e resistenze) e si completano i collegamenti con i trasformatori di media frequenza, con il commutatore d'onda e con il condensatore variabile, ricordando che quest'ultimo componente deve essere assolutamente collegato con la massa del telaio, tramite una spezzone di filo che verrà saldato sulla carcassa metallica esterna del condensatore variabile e sul telaio.

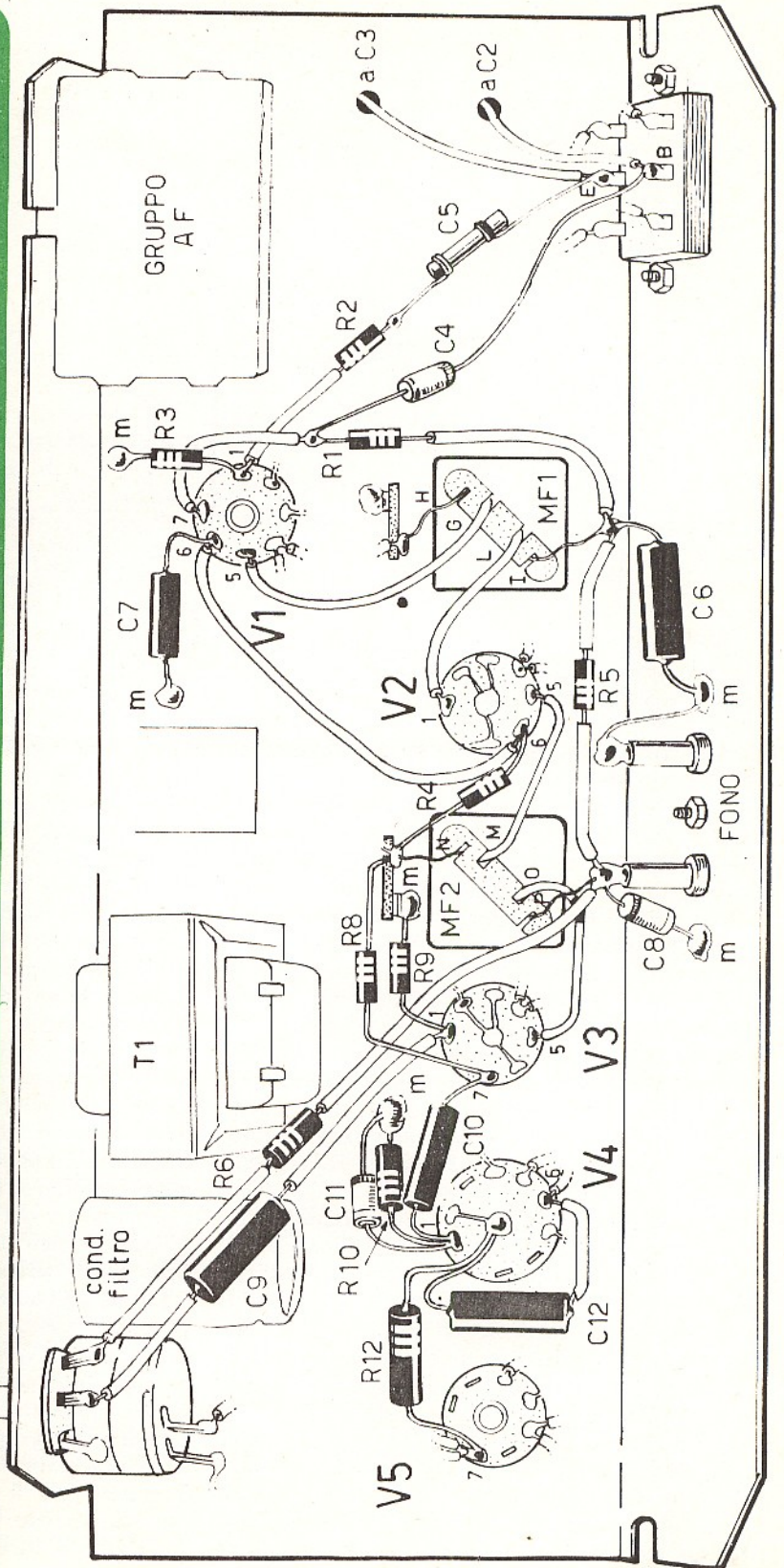
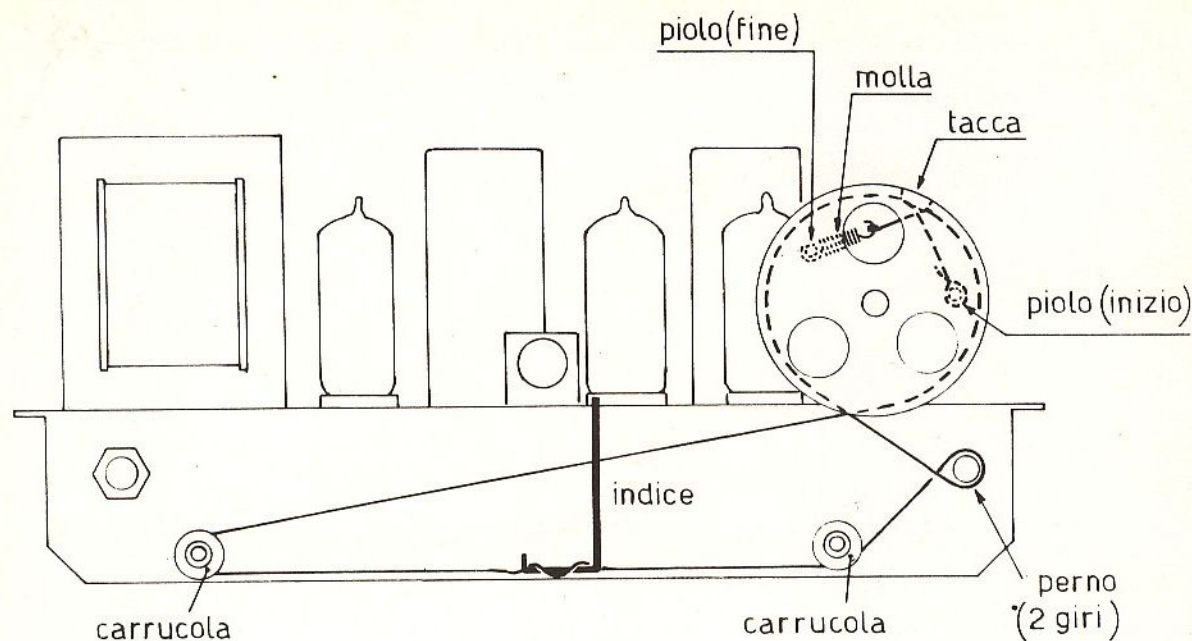



FIG 4 - Questo disegno propone al lettore la risoluzione del problema del montaggio della funicella che trascina l'indice lungo la scala parlante. L'intera meccanica della scala parlante è composta da una ruota di plastica (demoltiplica), da una molla, un perno e due carrucole.

le quali sono visibili i nuclei di ferrite, appaiano rivolte verso l'esterno e verso la zona in cui è montato il condensatore variabile. Questi due trasformatori sono perfettamente identici tra loro e ognuno di essi può fungere indifferentemente da MF1 o MF2.

Ora si può applicare il cambio d'onda, per mezzo di due viti e di due dadi. Poi si applica la presa-fono per mezzo di un dado.

Il perno di comando di sintonia viene applicato al telaio per mezzo di una apposita molletta di acciaio, che deve essere fissata nella parte interna; questo perno verrà infilato attraverso il foro praticato nell'apposita squadretta già saldata sul telaio stesso.

Rimangono ora da montare il condensatore variabile doppio C2-C3, la lampada di illuminazione della scala parlante e il gruppo di alta frequenza.

Il condensatore variabile si applica mediante quattro viti e quattro rondelle, nei quattro fori simmetrici presenti all'estrema destra del telaio (visto frontalmente), interponendo, sui quattro fori, quattro gommini passanti. Le viti non debbono essere completamente avvitate, perché l'applicazione del condensatore variabile sul telaio deve risultare elastica, allo scopo di evitare l'effetto Larsen. Si tenga presente che l'applicazione del condensatore variabile deve essere effettuata in modo che il suo perno risulti perfettamente parallelo al perno di comando della sintonia. Ancora un avvertimento importante: la carcassa del condensatore variabile deve risultare in contatto elettrico con il telaio metallico. Per ottenere questa condizione basta saldare un qualsiasi punto dell'involucro esterno del variabile con il telaio.

La lampada di illuminazione della scala parlante LP deve essere avvitata nell'apposita linguetta ricavata nella parte superiore del telaio. La parte metallica della lampadina verrà saldata a stagno sulla linguetta portalampada. La linguetta dovrà risultare leggermente ribaltata verso la parte interna del telaio in modo da non toccare il cestello dell'altoparlante e neppure il vetro della scala parlante.

L'ultima operazione meccanica consiste nell'applicazione del gruppo di alta frequenza.

Per questo lavoro si deve usufruire della linguetta sporgente nella parte interna del telaio. Su questa linguetta verrà sovrapposta la linguetta presente sul gruppo di alta frequenza; poi entrambe verranno saldate a stagno.

Termina così il lavoro di ordine meccanico e può cominciare quello relativo al fissaggio dei conduttori elettrici e dei componenti elettronici.

CABLAGGIO DEL RICEVITORE

Le figure 2-3 rappresentano le due fasi successive di cablaggio del ricevitore. Come si può notare, in figura 2 viene realizzato il cablaggio dell'alimentatore, il circuito di accensione delle valvole e della lampadina, nonché quello relativo al gruppo di alta frequenza ed al cambio d'onda. Tutti i conduttori uscenti dal trasformatore di alimentazione T2 debbono essere in un primo tempo attorcigliati e la trecciola ottenuta deve essere fatta passare attraverso il foro praticato sul telaio fra il potenziometro e lo zoccolo della valvola raddrizzatrice. Poi questa trecciola verrà sciolta in parte, perché uno dei conduttori, quello rappresentativo della tensione 0 V, deve essere collegato a massa, cioè direttamente sul telaio per mezzo di una ottima saldatura a stagno. Il conduttore della tensione di 6,3 V deve invece raggiungere il piedino 4 delle valvole V1-V2-V3 e il terminale isolato della lampadina LP. Il conduttore della tensione di 70 V, invece, deve essere collegato con il piedino 4 della valvola V5; il piedino 3 della valvola V5 verrà poi collegato con il piedino 5 della valvola V4, mentre il piedino 4 di quest'ultima verrà collegato a massa. I rimanenti conduttori devono essere collegati con i terminali del cambiotensione, così come indicato nello schema pratico di figura 2. Il cavo di alimentazione, che è composto di due conduttori, verrà collegato con uno dei due terminali dell'interruttore S1 incorporato con il potenziometro R7 e con il terminale centrale del cambiotensione. Il circuito di alimentazione risulta così completato, almeno per quel che riguarda il trasformatore di alimentazione T2.

Nello schema elettrico di figura 1 e in quello pratico di figura 2 risultano citati i colori relativi ai vari conduttori uscenti dal trasformatore di alimentazione T2. Ma questi assumono un valore relativo, dato che essi dipendono dalla fornitura di materiali disponibili al momento sul nostro mercato. Si tenga presente, tuttavia, che sul trasformatore di alimentazione è applicato un cartellino sul quale si leggono i valori delle tensioni e i corrispondenti valori dei conduttori uscenti dal trasformatore stesso. Anche questi colori, tuttavia, alcune volte possono non trovare una corrispondenza diretta con i valori delle tensioni. In tal caso il lettore dovrà far riferimento al colore riportato sulla parte estrema dei conduttori elettrici.

Il cavo di alimentazione, prima di effettuare le saldature dei due conduttori sul terminale dell'interruttore e su quello centrale del cambiotensione, deve essere annodato, in modo che il nodo stesso rappresenti un punto di intoppo per coloro che, sbadatamente, dovessero esercitare una eccessiva trazione sul cavo stesso.

Il cablaggio prosegue poi con l'applicazione del condensatore C15 e della resistenza R11, in modo da completare la prima parte del piano di cablaggio rappresentata in figura 2. Si tenga presente che, in questo stesso disegno, prima di passare alla seconda fase di cablaggio, quella rappresentata in figura 3, occorre provvedere anche ai ritorni di massa degli zoccoli portavalvola, così come indicato in figura 2. Anche il trasformatore di uscita, il condensatore elettrolitico doppio C13-C14 e il gruppo di alta frequenza debbono essere collegati in forma definitiva. Per concludere, ricordiamo che tutti i collegamenti rappresentati sul piano di cablaggio di figura 2 debbono essere realizzati prima di iniziare la seconda fase di cablaggio rappresentata in figura 3.

SECONDA FASE DEL CABLAGGIO

La seconda fase di cablaggio consiste nell'applicazione della maggior parte delle resistenze e dei condensatori. In questa seconda fase di lavoro si debbono anche collegare i conduttori del trasformatore d'uscita T1, quelli dei due trasformatori di media frequenza e quelli del condensatore variabile doppio C2-C3. In ogni caso occorre far riferimento al piano di cablaggio riportato in figura 3. Nell'eseguire quest'ultima parte del lavoro costruttivo occorre far bene attenzione a mantenere corti, il più possibile, i terminali dei vari componenti, in modo da non creare un groviglio di fili conduttori che non permettono di analizzare rapidamente il circuito in caso di difetti o guasti.

Per i lettori principianti ricordiamo che le resistenze e i condensatori non sono elementi polarizzati e possono essere comunque inseriti nel circuito senza attribuire a loro un verso di inserimento.

Il condensatore variabile deve essere collegato a massa, altrimenti il ricevitore non funziona. Per questo tipo di saldatura è necessaria una buona dose di calore ed occorre quindi un saldatore di una certa potenza. Questa saldatura può essere effettuata in due tempi diversi: collegando prima uno spezzone di filo sulla carcassa metallica del condensatore e saldando poi l'altro capo del filo direttamente sul telaio del ricevitore. Si faccia bene attenzione, durante il collegamento del condensatore C1 sul terminale superiore del gruppo AF, di non far colare lo stagno fino in fondo al terminale stesso, perché in questo caso si potrebbe creare un cortocircuito e il ricevitore non funzionerebbe.

Il conduttore di antenna, contrariamente a quanto appare in figura 2, deve essere annodato, nella parte interna, così come è stato fatto per il

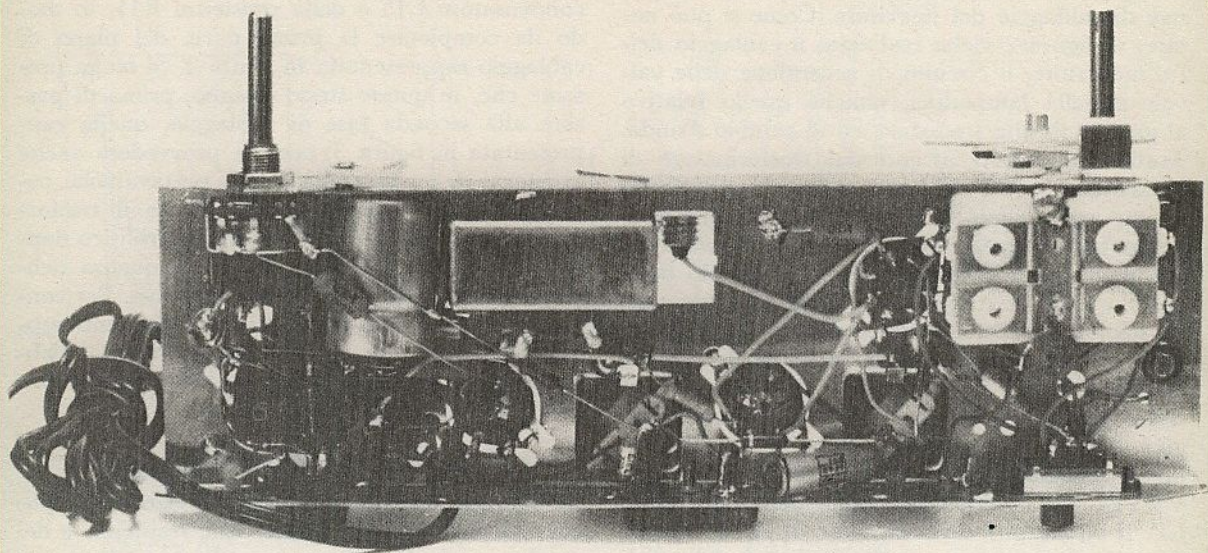



FIG 5 - Questo è il cablaggio del prototipo realizzato nei laboratori di « Elettronica Pratica ». Si noti la semplicità circuitale del ricevitore, ottenuta riducendo al minimo la lunghezza dei conduttori, i quali, in molti casi, sono rappresentati dagli stessi terminali delle resistenze e dei condensatori.

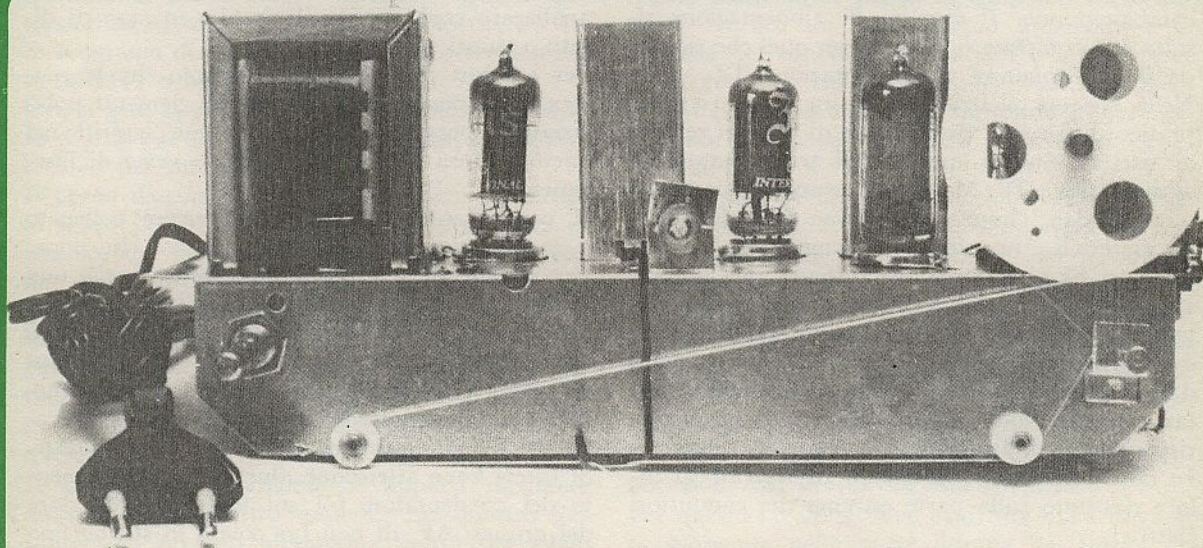



FIG 6 - Questa immagine riproduce la parte anteriore del ricevitore Calypso. Si noti la disposizione della funicella che compone la meccanica della scala parlante. Sulla parte centrale, di fronte al secondo trasformatore di media frequenza, è presente il lamierino, ricavato dal telaio, sul quale viene avvitata la lampada di illuminazione della scala.

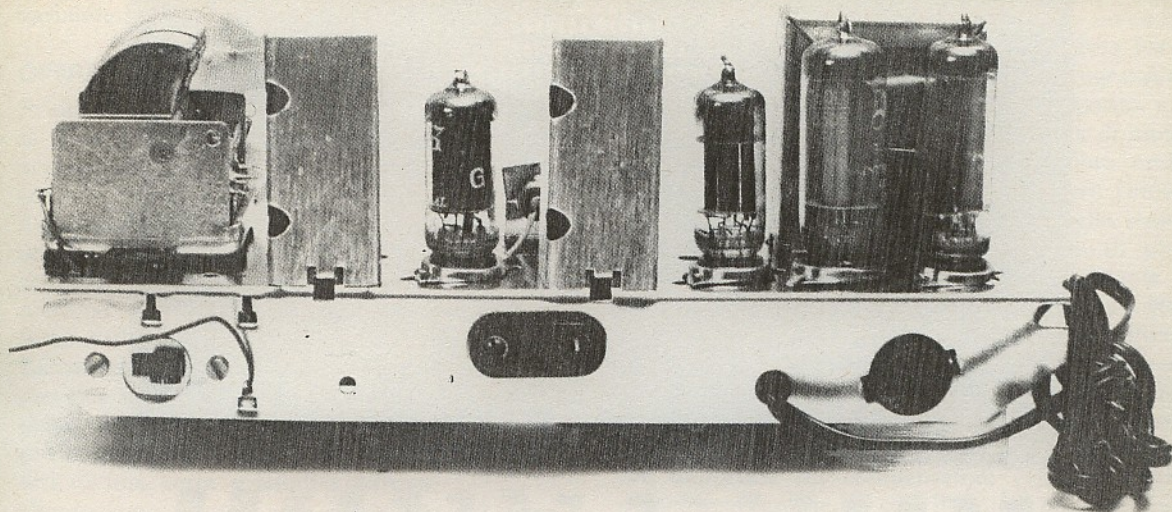



FIG 7 - Nella parte posteriore del ricevitore sono presenti: il commutatore d'onda, il conduttore di antenna, la presa-fono, il cordone di alimentazione e il cambiotensione. La disposizione dei due trasformatori di media frequenza è tale da permettere un facile intervento dell'operatore sui nuclei di ferrite, durante le fasi di taratura.

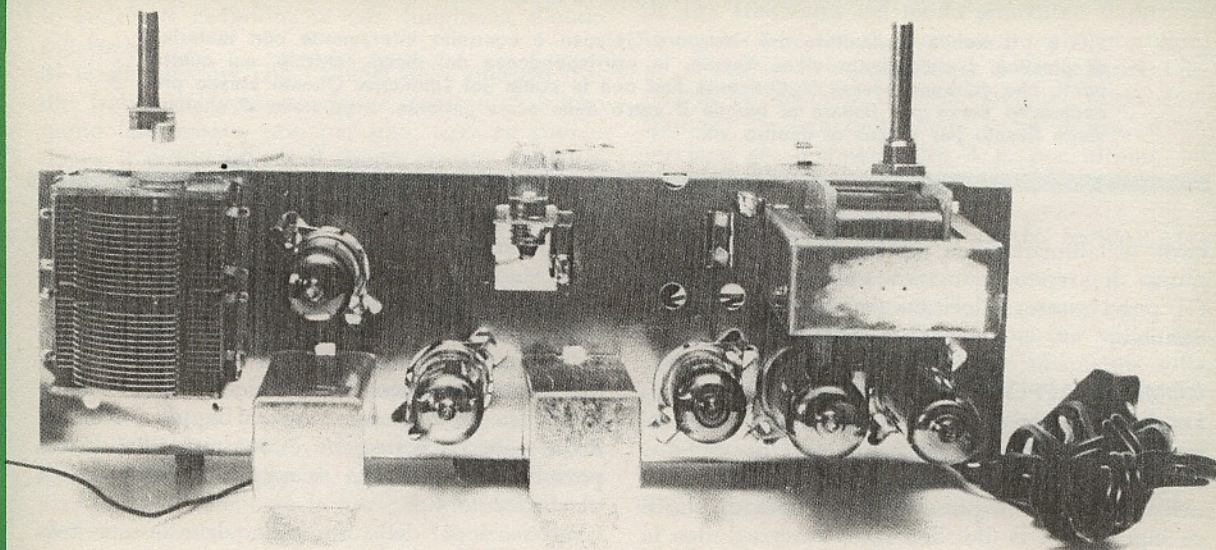



FIG 8 - Questa fotografia riproduce il ricevitore Calypso dall'alto. In essa si vede la precisa disposizione di tutti gli elementi che debbono essere montati nella parte superiore del telaio. Sull'estrema destra è presente il trasformatore di alimentazione; il trasformatore di uscita non è visibile, perché esso viene montato nella parte di sotto del telaio.

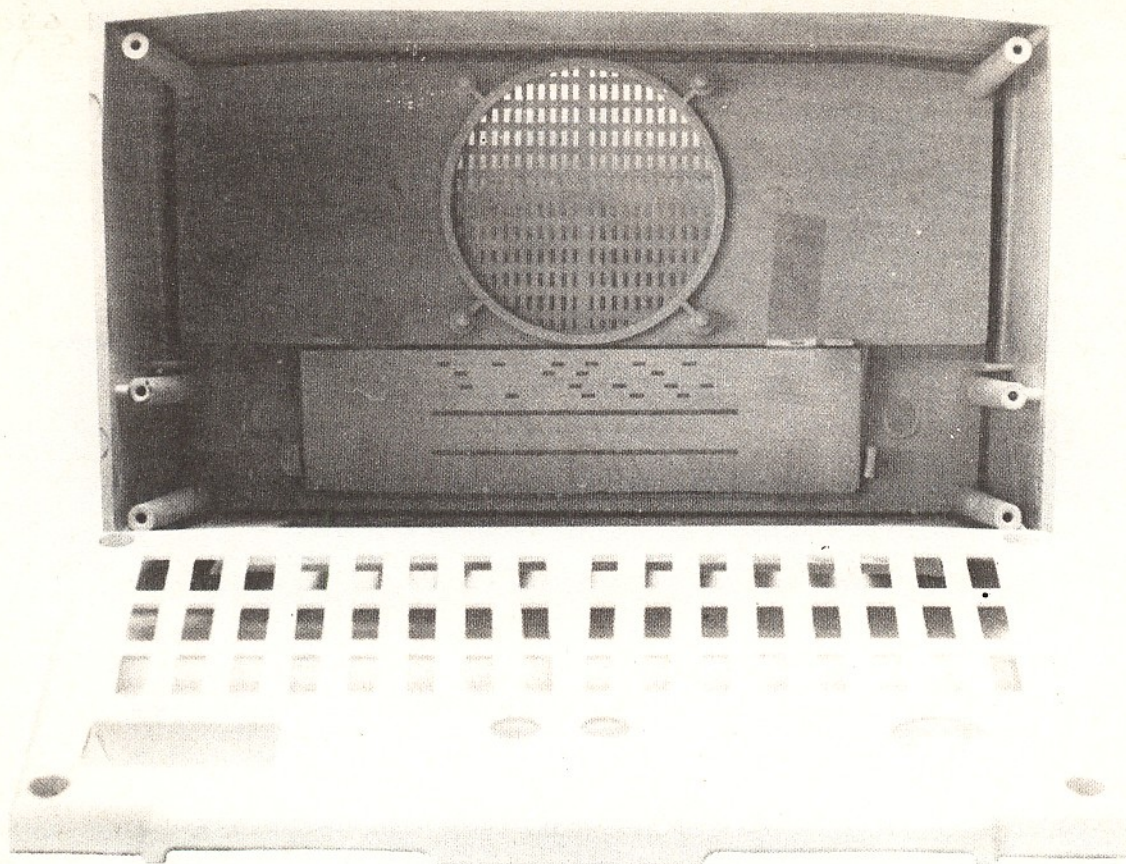



FIG 9 - Il mobile contenitore del ricevitore Calypso è costruito interamente con materiale di plastica. L'altoparlante viene fissato, in corrispondenza del disco centrale, sui quattro perni, che debbono essere leggermente fusi con la punta del saldatore. Questo stesso procedimento serve per fissare al mobile il vetro della scala parlante. Il pannello di chiusura viene fissato per mezzo di quattro viti.

cavo di alimentazione, in modo da creare un punto di arresto ed evitare che il condensatore C1 possa essere sollecitato da eventuali trazioni dannose.

COME SI APPLICA LA FUNICELLA

La funicella deve essere montata seguendo attentamente il disegno di figura 4. Uno dei due terminali deve essere annodato sul piolo, cioè nell'apposita tacca presente sulla ruota di plastica bianca. Poi il filo vien fatto correre lungo la scanalatura periferica della ruota, fino a raggiungere il perno sul quale verrà avvolta per due giri. Dal perno, poi, il filo raggiunge la prima e la seconda carrucola e ritorna sulla scanalatura della ruota fino ad essere legato ad uno dei due ganci della molla di trazione. E' molto importante che questa molla eserciti sempre una certa tensione, in modo che non debba mai capitare che il perno di comando di sintonia giri a vuoto; su questo perno, lo ripetiamo, la funicella viene avvolta per due giri.

Sul tratto rettilineo della funicella, quello compreso fra le due carrucole, si applica l'indice della scala parlante, che è rappresentato da un pezzetto di filo rigido ricoperto con isolante di plastica colorato.

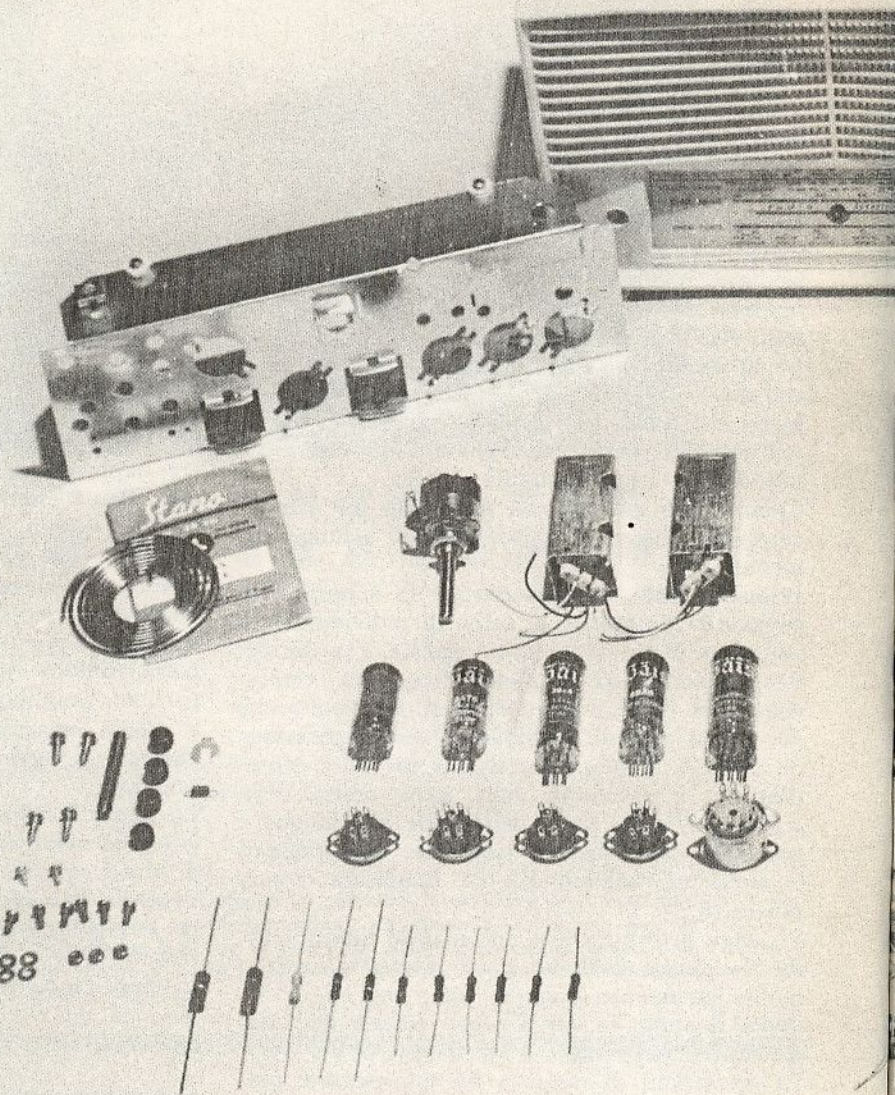
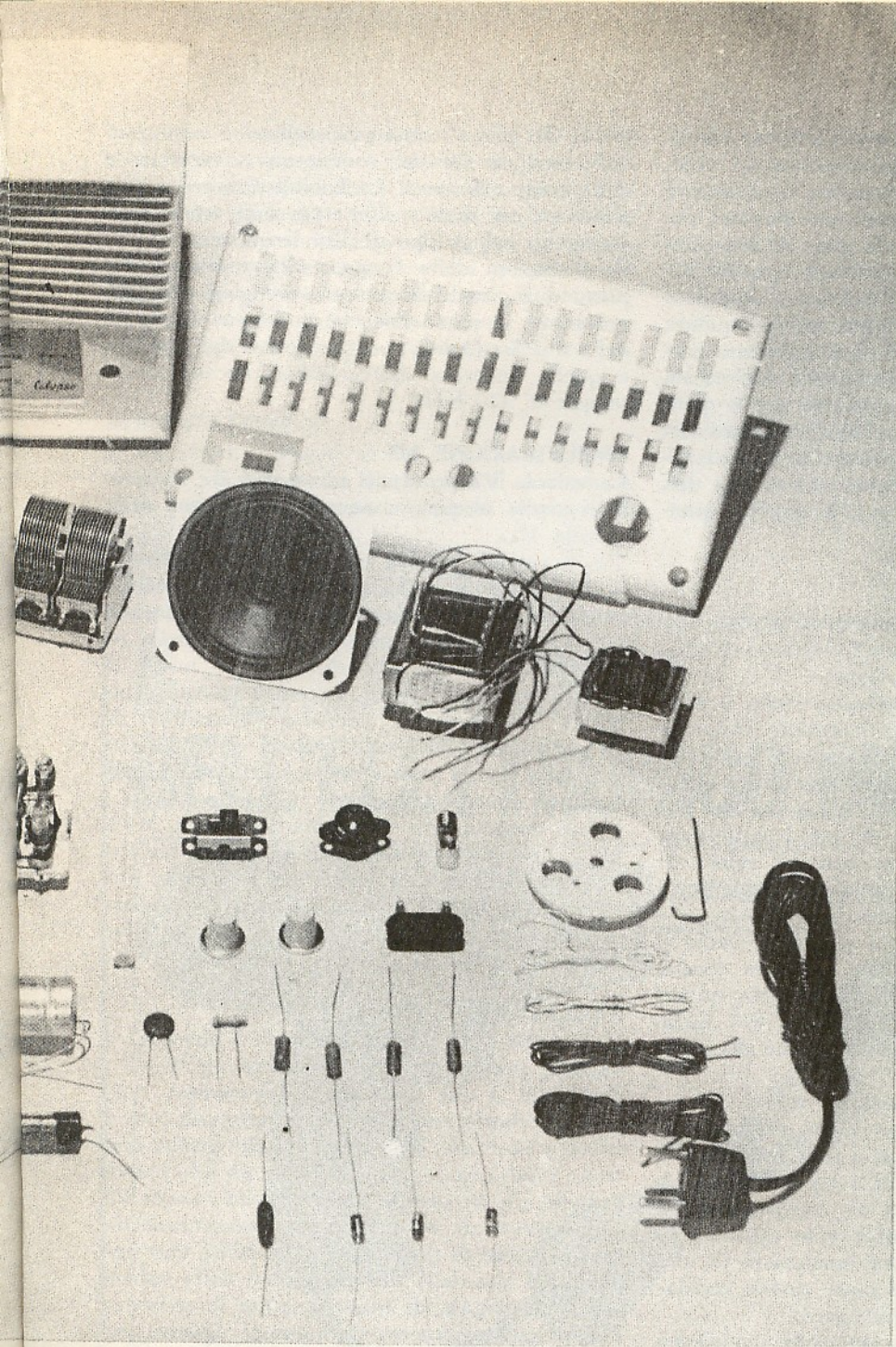
L'applicazione della funicella deve essere tale per cui quando il condensatore variabile si apre (lamelle mobili estratte), l'indice della scala deve spostarsi verso sinistra, cioè verso la zona del trasformatore di alimentazione; viceversa, quando ruotando il perno di sintonia il condensatore variabile si chiude (lamelle mobili inserite tra

quelle fisse), l'indice della scala parlante deve spostarsi verso destra, cioè verso il condensatore variabile.

OPERAZIONI DI TARATURA

Prima di iniziare le operazioni di taratura e messa a punto del ricevitore, occorre effettuare un accurato controllo di tutto il cablaggio, per accertarsi di non aver commesso errori.
Le operazioni di taratura, comunque, rappresentano le ultime operazioni da eseguire sul ricevitore, quelle che completano l'opera e permettono di raggiungere un funzionamento perfetto dell'apparecchio radio.
La taratura del ricevitore radio può essere fatta con due metodi diversi: quello che richiede l'impiego dell'oscillatore modulato e quello, molto più empirico, per il quale è sufficiente essere dotati di una certa sensibilità uditiva.
Cominciamo dunque con il metodo più semplice, quello che non richiede l'uso di alcuno strumento.
Prima di tutto, facendo ruotare la manopola di comando di sintonia, si cerca di individuare un emittente molto debole e si regolano i nuclei dei due trasformatori di media frequenza, cominciando da MF2, fino ad ottenere un ascolto che sia il più potente possibile. Questa operazione deve essere ripetuta per due o tre volte, sintonizzando il ricevitore dalla parte destra della scala, cioè dalla parte delle onde più lunghe e poi dalla parte sinistra, cioè dove sono presenti le emittenti radiofoniche con lunghezza d'onda più corta.
Si tenga presente che i nuclei delle quattro medie frequenze debbono essere avvitati o svitati molto lentamente, uno per uno, sino ad individuare il punto in cui il suono emesso dall'altoparlante è più forte.
Le operazioni di taratura fin qui eseguite possono considerarsi come interventi preliminari alla fase di messa a punto definitiva del ricevitore. Per messa a punto, infatti, si intende il perfetto allineamento della scala parlante; ciò significa che l'indice, applicato alla funicella, deve affacciarsi esattamente sul rettangolino dell'emittente, quando i segnali radio di questa vengono riprodotti dall'altoparlante. A questo scopo occorre intervenire sul gruppo di alta frequenza. Tuttavia, prima di elencare le varie operazioni che si debbono effettuare sul gruppo AF, ricordiamo che, quando si regolano i nuclei di ferrite dei trasformatori di media frequenza, se non si riuscisse a localizzare una emittente, ci si può accontentare di un fischio o di un rumore, tentando di elevare l'intensità sonora di questi.
Per quanto riguarda il gruppo di alta frequenza, si procede nel modo seguente. Si porta l'indice della scala parlante verso sinistra, in modo da far corrispondere l'indice stesso con un'emittente italiana nota, sulla gamma compresa fra i 200 e 300 metri, di cui si conosce il programma trasmesso in quel momento. Con l'apposito attrezzo di plastica, contenuto nella scatola di montaggio, si regola il nucleo dell'oscillatore onde medie (1), fino a che si riesce a ricevere l'emittente su cui è stato sistemato l'indice della scala. Quindi, sempre con l'apposito attrezzo di plastica, impugnato dalla parte opposta, si regola il compensatore d'oscillatore (1), in modo da elevare al massimo il volume sonoro della emittente ascoltata. Poi si sposta l'indice della scala verso destra, fermandolo in un punto della gamma compresa fra i 400 e i 500 metri, in cui è presente un'emittente italiana. Questa volta si agisce dapprima sul compensatore (4), fino a far coincidere l'emittente con il punto indicato dall'indice; quindi si interviene, sempre con lo stesso attrezzo di plastica, sul nucleo di ferrite (4), in modo da elevare al massimo l'intensità del segnale ricevuto. Queste operazioni devono essere eseguite più volte, perché in un primo tempo potrà risultare difficile ottenere un allineamento perfetto. Comunque, anche i nuclei di ferrite delle medie frequenze debbono essere ritoccati, finché non si raggiunge la taratura perfetta del ricevitore.
La taratura della gamma delle onde corte si effettua in modo analogo, intervenendo sul gruppo di alta frequenza nel modo seguente: dapprima si regola il nucleo 2, per centrare la emittente, po si regola il compensatore 2 per elevare l'intensità di segnale; successivamente, dopo aver spostato l'indice della scala verso destra, si interviene sul compensatore 3 e, per ultimo, sul nucleo 3.

TARATURA CON L'OSCILLATORE MODULATO

La taratura con l'oscillatore modulato è quella che offre le migliori garanzie di riuscita.
Le medie frequenze si tarano una per volta, applicando il cavo uscente dallo strumento sulla griglia controllo della valvola V2 (piedino 1 dello zoccolo); l'oscillatore modulato deve essere commutato sulla frequenza di 470 KHz. Poi si tara il primo trasformatore di media frequenza MF1, applicando il cavo uscente dallo strumento sulla griglia controllo della valvola V1 (piedino 7 dello zoccolo); durante queste operazioni si debbono avvitare e svitare i nuclei di ferrite dei due trasformatori di media frequenza, in modo da ottenere la massima intensità di segnale.
La taratura del gruppo di alta frequenza si ottiene collegando lo strumento sulla presa di an-

La scatola di montaggio del ricevitore supereterodina a 5 valvole per onde medie e corte è una vera e propria « lezione di radiotecnica », un esercizio di logica mentale, un piacevole passatempo per chi vuole abbinare lo studio con il divertimento.
La media frequenza ha il valore di 470 KHz. L'alimentazione è derivata dalla rete-luce. La potenza di uscita raggiunge i 2 W circa, mentre il consumo complessivo dell'apparato si aggira intorno ai 35 W. Le gamme d'onda sono due: onde medie (190 - 580 metri) e onde corte (15,5 - 52 metri).

Il kit del ricevitore Calypso è completo di ogni elemento, dal mobile allo stagno, dal telaio alle valvole, dai conduttori elettrici alle minuterie meccaniche. Prima di iniziare ogni operazione di montaggio, sia di ordine meccanico, sia di natura elettrica, consigliamo di confrontare tutti gli elementi contenuti nella scatola di montaggio con quelli qui riprodotti, onde accertarsi che nulla manchi per la realizzazione perfetta del ricevitore radio.
La scatola di montaggio deve essere richiesta inviando anticipatamente l'importo di L. 7.900, a mezzo vaglia o c.c.p. n. 3/26482, intestato a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

tenna del gruppo AF e ripetendo le stesse operazioni elencate nel caso della taratura ad orecchio. E' ovvio che in questo caso non occorre più far riferimento ad una emittente italiana, ma basta posizionare l'indice della scala su due punti qualsiasi, verso l'estrema destra e verso l'estrema sinistra. In questo caso l'oscillatore modulato non deve essere più commutato sulla frequenza di 470 KHz, ma sui due valori di frequenza corrispondenti alla posizione dell'indice sulla scala parlante. In pratica, sulla scala parlante le gamme d'onda sono suddivise in metri, ma chi usa l'oscillatore modulato sa perfettamente adoperare la formula che permette la conversione della misura delle lunghezze d'onda in metri in quelle in KHz e MHz.

ANALISI DEL CIRCUITO

Il circuito teorico del ricevitore Calypso, rappresentato in figura 1, è quello classico di una normale supereterodina a valvole.
Supereterodina significa ricevitore radio a conversione di frequenza, cioè ricevitore radio in cui le frequenze dei segnali in arrivo, di qualunque valore esse siano, vengono sempre trasformate in uno stesso valore di frequenza. Nel nostro ricevitore le frequenze di tutti i segnali radio ricevuti vengono commutate nel valore di 470 KHz; questo valore rappresenta quello di media frequenza del ricevitore.
Facciamo un esempio. Se il ricevitore radio è sintonizzato su una emittente ad onde medie, il cui valore di frequenza è di 900 KHz, questo valore viene convertito in quello di 470 KHz. E questo ragionamento si estende anche alla gamma delle onde corte.
La conversione di frequenza del segnale in arrivo è ottenuta per mezzo della valvola V1. Ed è questo il motivo per cui la prima valvola del ricevitore assume il nome di « convertitrice ». A questa valvola sono affidati tre compiti diversi: quello di amplificare i segnali radio captati dall'antenna, quello di generare oscillazioni di alta frequenza e quello di mescolare queste oscillazioni con quelle dei segnali in arrivo.
All'uscita della valvola V1, cioè sulla sua placca (piedino 5) è presente il segnale radio che si vuol ricevere ed ascoltare, commutato nella frequenza di 470 KHz.
Quando si fa ruotare il perno del condensatore variabile, la sezione di aereo (C2) ruota contemporaneamente alla sezione di oscillatore (C3). Tale sezione è collegata, tramite il commutatore d'onda, alla bobina oscillatrice d'aereo. Con questa bobina la sezione C3 del condensatore variabile compone il secondo circuito accordato del ricevitore, quello che genera le oscillazioni locali. Il primo circuito accordato è composto dalla sezione C2 del condensatore variabile e dalla bobina di aereo. La bobina di aereo e d'oscillatore, per onde medie e per onde corte sono contenute nel gruppo di alta frequenza.
Le variazioni della frequenza di risonanza dei primi due circuiti accordati avvengono simultaneamente, in modo tale che la somma algebrica delle due frequenze, quella captata dall'antenna e quella generata dall'oscillatore locale, risulti sempre di 470 KHz.

AMPLIFICAZIONE MF

La valvola V2 provvede ad amplificare i segnali di media frequenza uscenti dalla placca della valvola V1.
Tra la valvola V1 e la valvola V2 è interposto il trasformatore di media frequenza MF1, racchiuso con linee tratteggiate; queste linee stanno ad indicare che l'avvolgimento primario, quello secondario, i due condensatori e i due nuclei di ferrite sono tutti contenuti in una custodia metallica che funge da elemento schermante. In gergo radiotecnico i trasformatori di media frequenza vengono anche denominati, più semplicemente, « medie frequenze ».
I due trasformatori di media frequenza MF1-MF2 sono tarati sul valore di 470 KHz. Essi costituiscono dunque un filtro per il segnale proveniente dalla valvola V1, cioè lasciano passare soltanto quei segnali che hanno un valore di frequenza di 470 KHz.

RIVELAZIONE

La valvola V3 è comprensiva di 3 elementi di valvola, perché in essa è presente un triodo e due diodi. I due diodi sono rappresentati dalle due placchette collegate con i terminali 5-6. Il triodo è costituito dalla placca, dalla griglia controllo e dal catodo; esiste dunque un solo catodo comune alle tre diverse funzioni della valvola V3.
I due terminali dell'avvolgimento secondario del trasformatore di media frequenza MF2 sono collegati ad una delle due placchette della valvola V3 e al circuito di massa tramite le resistenze R6-R7 (potenziometro di volume). Questo circuito costituisce lo stadio rivelatore dell'apparecchio radio, quello nel quale i segnali di media frequenza vengono trasformati in segnali di bassa frequenza.
La tensione del segnale rivelato è presente sui terminali del potenziometro R7.

AMPLIFICAZIONE FINALE

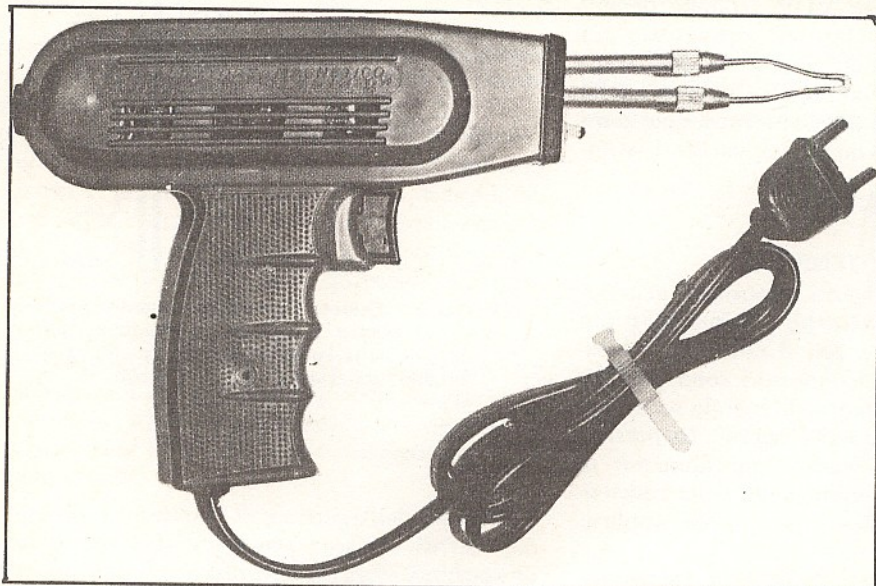
Il cursore del potenziometro R7 permette di prelevare la tensione rivelata nella dose più adatta ad un ascolto piacevole. Essa viene applicata al-

la griglia controllo della valvola V3, per essere sottoposta ad un primo processo di preamplificazione. Successivamente, il segnale preamplificato viene prelevato dalla placca della valvola V3 tramite il condensatore C10, per essere applicato alla griglia controllo della valvola finale V4, che è la valvola amplificatrice di potenza. Il carico anodico di questa valvola è rappresentato dall'avvolgimento primario del trasformatore di uscita T1.

ALIMENTAZIONE

Il ricevitore Calypso viene alimentato con la tensione di rete-luce. Il circuito di accensione delle valvole è alimentato con la tensione di 6,3 V, per le valvole V1-V2-V3, e con quella di 70 V per le valvole V5-V4; nel primo caso si tratta di un circuito di accensione in parallelo; nel secondo caso si tratta di un circuito di accensione in serie.

La tensione anodica viene prelevata dal terminale a 125 V del trasformatore T2; essa viene inviata alla placca della valvola V5, che è la valvola raddrizzatrice; la tensione raddrizzata viene prelevata dal catodo ed inviata alla cellula di filtro composta dalla resistenza R12 e dal condensatore elettrolitico doppio C13-C14.

In parallelo alle valvole V1-V2-V3, cioè in parallelo ai loro circuiti di accensione, è applicata la lampada-spia LP.

ELETTRONICA ALLO STATO SOLIDO

2ª PUNTATA

CORSO TEORICO-PRATICO DI AGGIORNAMENTO, INFORMAZIONE, E APPLICAZIONE SUI PIU' MODERNI RITROVATI TECNICI.

Nella precedente puntata di questo CORSO di elettronica moderna abbiamo trattato quei semiconduttori che sfuggono alla legge di Ohm e che vengono influenzati da un apporto di energia esterna. Ora esamineremo i varistori, chiamati anche resistenze VDR (voltage dependent resistor). In particolare ci occuperemo dei cosiddetti varistori simmetrici, cioè di quei componenti che sono indifferenti alla polarità della tensione applicata, rinviando alle successive puntate del corso la trattazione dei varistori asimmetrici.

UNA VALIDA DIFESA CONTRO I PICCHI DI TENSIONE

I varistori sono componenti elettronici generalmente composti da carburo di silicio, che è più comunemente conosciuto con il nome di « thyrite ». Questi tipi di semiconduttori sono particolarmente sensibili all'apporto di energia sotto forma di campi elettromagnetici esterni. In pratica, dunque, i varistori presentano un aumento di conduttività, cioè una diminuzione della resistenza, man mano che aumenta la tensione applicata sui loro terminali.

Il progetto rappresentato in figura 1 rappresenta una delle più diffuse applicazioni delle resistenze VDR.

Come è noto, sulle normali reti di distribuzione dell'energia elettrica, sono spesso presenti impulsi elettrici, anche di una notevole ampiezza, causati da disturbi di varia origine.

Quando il circuito utilizzatore è collegato con la rete-luce in modo da presentare una certa induttanza, come è il caso del circuito di figura 1, nel quale è presente in entrata il trasformatore

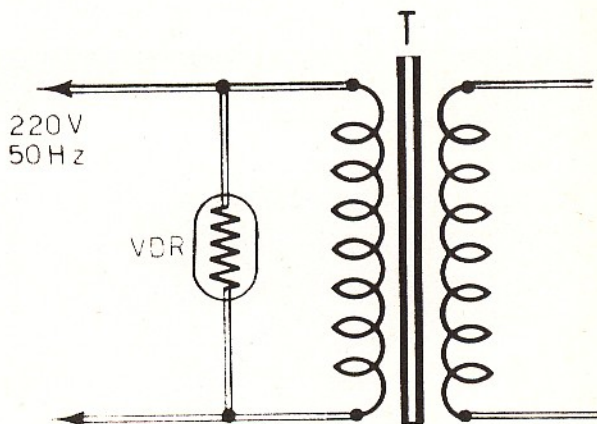



FIG 1 - Questo semplice progetto propone al lettore una delle più diffuse applicazioni delle resistenze VDR: la difesa del circuito utilizzatore contro i picchi di tensione.

T, all'atto dell'apertura del circuito si genera un impulso di tensione provocato dall'extracorrente di apertura. Tutti questi impulsi hanno un minimo contenuto di energia, perché si manifestano in un brevissimo arco di tempo. Eppure, se nel circuito utilizzatore sono contenuti elementi elettronici che non sopportano, neppure per brevi istanti, i picchi di tensione, questi possono essere danneggiati. Nel circuito di figura 1 ciò potrebbe accadere se nell'avvolgimento secondario fosse collegato un elemento raddrizzatore.

Per ovviare a tali inconvenienti ci possono essere due soluzioni: o si dimensiona in misura su-

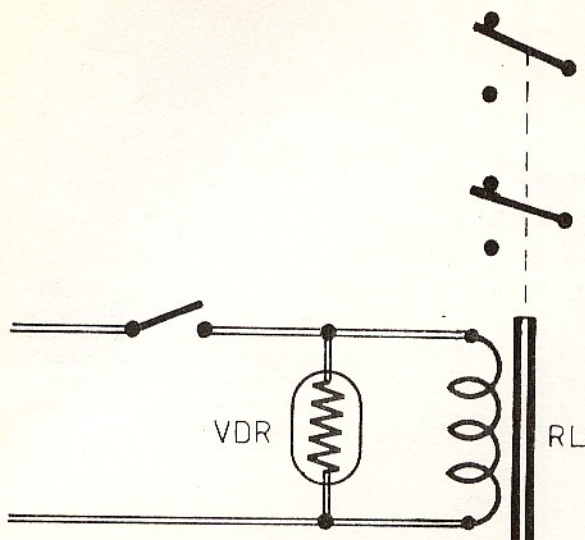



FIG 2 - L'inserimento della resistenza VDR, in parallelo alla bobina di eccitazione del relé, permette di eliminare l'energia immagazzinata dall'avvolgimento e ogni eventuale formazione di scintille sui terminali dell'interruttore.

periore (almeno di due volte) la tensione massima dei vari dispositivi, o si provvede ad assorbire l'energia dei picchi di tensione.

Applicando una VDR in parallelo all'avvolgimento primario del trasformatore T, come indicato in figura 1, la VDR assorbe l'impulso di tensione. Infatti, quando aumenta la tensione sui terminali della VDR, la sua resistenza diminuisce e la corrente che la attraversa è di intensità superiore a quella che si avrebbe nel caso in cui il valore resistivo non fosse diminuito (la VDR può essere collegata anche in parallelo all'avvolgimento secondario di T). In pratica, quando aumenta la tensione, la VDR assorbe una corrente elevata ed assorbendo l'impulso dissipa una potenza elettrica notevole.

Il tipo di resistenza VDR consigliato per proteggere circuiti a 220 V, con trasformatori di potenze dell'ordine del centinaio di watt, deve essere in grado di dissipare una potenza elettrica di 3 watt almeno, assorbendo una corrente di 1 mA sotto la tensione di 330 V. In tal caso è consigliabile il tipo Philips 2322 555 03541, contraddistinto dai colori arancio-verde-giallo. Questo tipo di resistenza non comporta problemi di dissipazione di potenze notevoli, dato che, anche se gli impulsi di corrente sono forti, essi non provocano eccessivo riscaldamento in virtù della loro breve durata. Ad ogni modo la massima temperatura tollerabile dalla VDR è di 125°C.

Se in pratica l'impiego fondamentale della VDR è quello di proteggere i circuiti dalle extracorrenti di apertura, queste speciali resistenze servono anche per assorbire gli impulsi di corrente che si manifestano sui contatti degli interruttori, quando questi sono destinati ad aprire un carico induttivo.

Una applicazione tipica in tal senso è rappresentata in figura 2. Come si può notare, l'interruttore pilota la bobina di eccitazione di un relé, il quale presenta una certa induttanza all'apertura dei contatti. Questa disposizione circuitale crea ovviamente un impulso, provocato da una forte corrente che provoca un piccolo arco voltaico sui terminali dell'interruttore, compromettendone l'efficienza nel tempo.

Collegando in parallelo alla bobina del relé (RL) una resistenza VDR, si riesce ad eliminare l'energia immagazzinata dall'avvolgimento. Infatti, quando il relé è diseccitato, cioè all'atto di apertura dell'interruttore, si verifica il solito impulso di tensione, che provoca un basso valore resistivo della VDR, che assorbe in tal modo, con l'impulso di corrente, tutta l'energia immagazzinata nell'avvolgimento, impedendo la formazione dell'impulso di corrente sui contatti dell'interruttore.

Vogliamo ancora ricordare che le resistenze VDR sono largamente diffuse anche in telefonia, in vir-

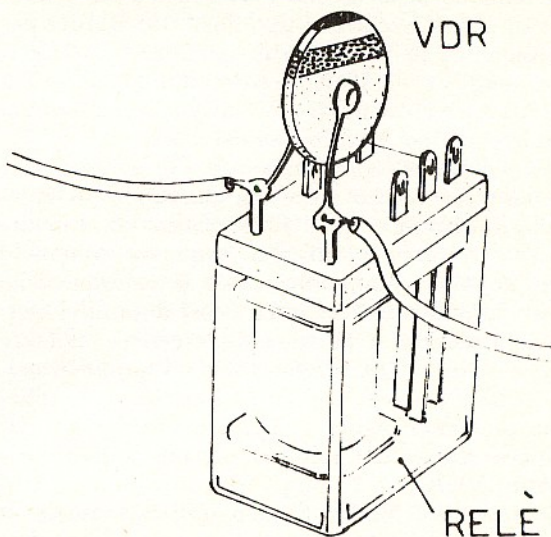



FIG 3 - Per eliminare completamente gli impulsi di tensione e per evitare che questi attraversino conduttori di notevole lunghezza, conviene montare la resistenza VDR direttamente sui terminali della bobina del relé.

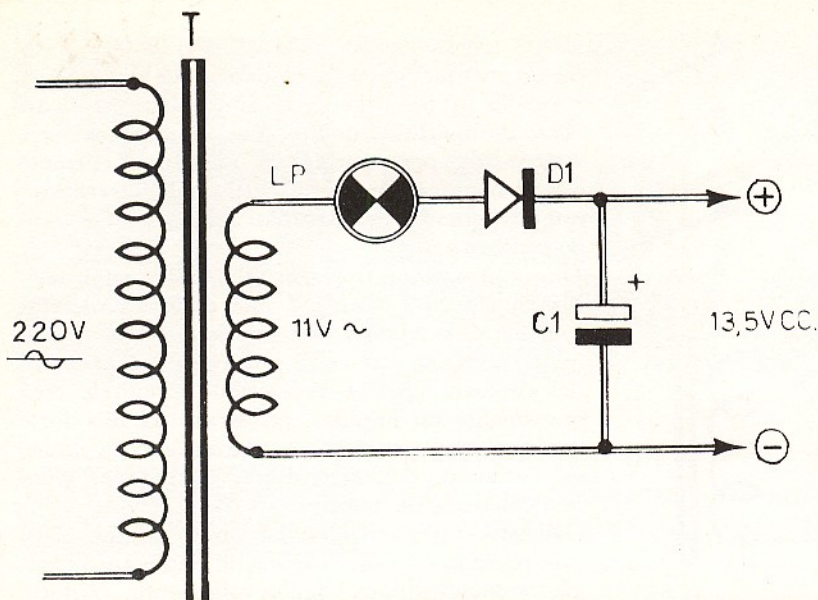



FIG 4 - Questo è il progetto di un carica-batteria a bassa corrente, adatto per la carica rapida di piccole batterie al nikel-cadmio o per quella lenta di grossi accumulatori.

tù del loro basso costo e per il fatto di poter essere utilizzate indipendentemente dalla polarità, cioè anche in presenza di correnti alternate.
Se il relé è un tipo di potenza, con grossa bobina, occorre utilizzare delle VDR di notevole potenza, soprattutto se le operazioni di eccitazione e diseccitazione sono molto frequenti. Ad esempio, con relé in grado di aprire carichi di 15 A, si può utilizzare il tipo Philips 2322 555 03541 se la tensione della bobina è di 220 V; per tensione di 125 V occorre il tipo 2322 555 01161; per tensione di 24 V occorre il tipo 2322 555 02301; per tensione di 12 V occorre il tipo 2322 555 01281; per tensione di 6 V, alternata o continua, occorre il tipo 2322 555 02181.
Per eliminare completamente l'impulso e per evitare che questo attraversi conduttori di notevole lunghezza, i quali fungerebbero da antenna per le componenti di alta frequenza contenute nell'impulso stesso, provocando le caratteristiche scariche nei ricevitori radio e nei dispositivi elettronici sensibili a tali disturbi, conviene montare la resistenza VDR direttamente sui terminali della bobina del relé, così come indicato nello schema pratico di figura 3. Questo montaggio è facilitato anche dal minimo ingombro della resistenza VDR.
Le resistenze VDR vengono utilizzate anche in funzione di elementi stabilizzatori dell'ampiezza degli impulsi degli oscillatori. Nello stadio di quadro dei televisori, ad esempio, esse garantiscono la costanza dell'altezza dell'immagine.

SEMICONDUTTORI A GIUNZIONE

Tutte le proprietà relative ai semiconduttori fin qui citate possono essere esaltate se si realizza un semiconduttore a giunzione, cioè se si utilizzano due zone di un materiale tetravalente, come ad esempio il germanio o il silicio, « drogate » con sostanze pentavalenti o trivalenti, per ottenere una zona di tipo N e uno di tipo P, dotate, rispettivamente, di un eccesso di elettroni

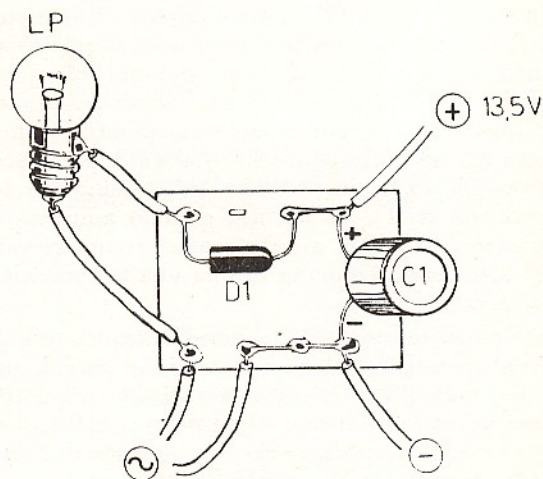
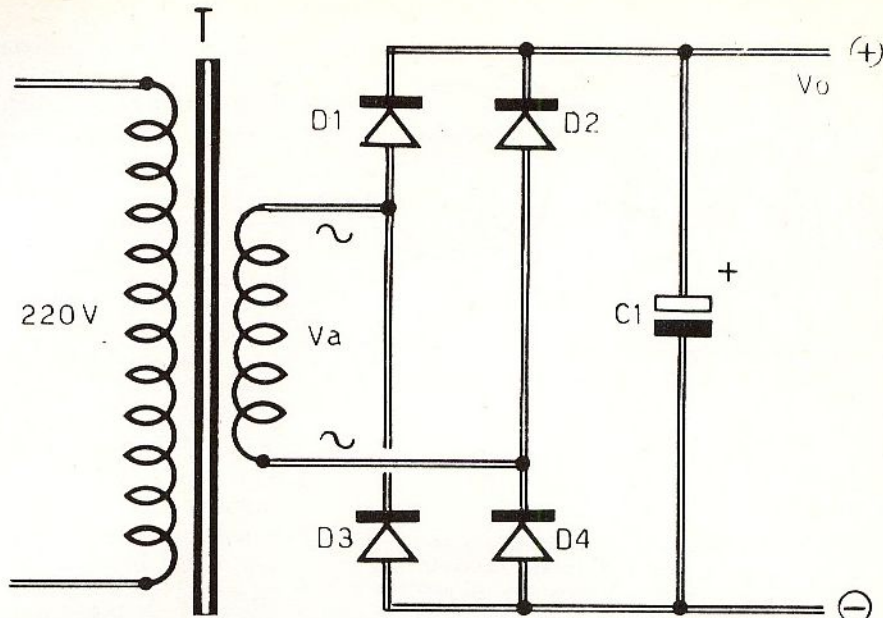



FIG 5 - Cablaggio del circuito carica-batteria a bassa corrente il cui progetto è riportato in figura 4. L'applicazione più tipica di questo apparato consiste nel suo collegamento costante con la batteria dell'autovettura, quando questa è parcheggiata nel garage.

FIG 6 - Progetto di un circuito raddrizzatore ad onde completo, cioè di un raddrizzatore nel quale entrambe le alternanze vengono raddrizzate.

e di un eccesso di « vacanze » di elettroni, che sono appunto gli operatori di tutti i fenomeni elettrici che analizzeremo.

Nel punto di contatto fra la zona P e la zona N si forma una barriera di potenziale, dotata di varie proprietà e in grado di produrre effetti diversi.

I semiconduttori a giunzione sono asimmetrici, cioè sono estremamente sensibili alla polarità della tensione applicata o della corrente che li attraversa.

Esaminiamo il circuito di figura 4. Esso rappresenta il progetto di un carica batteria a bassa corrente di carica, adatto per la carica rapida di piccole batterie al nikel-cadmio o per la carica lenta di grossi accumulatori per autovetture. La sua applicazione più tipica consiste nel collegamento costante con la batteria dell'autovettura quando questa è parcheggiata in garage. Con questo apparato si è in grado di assicurare alla batteria stessa una carica perfetta, anche quando l'autovettura viene usata raramente o soltanto per piccoli percorsi. Questo stesso apparato può essere collegato costantemente con una batteria di alimentazione destinata ad intervenire quando la tensione di rete si interrompe. La corrente di carica dipende dai valori attribuiti ai componenti del circuito.

Utilizzando un trasformatore da 15 W, con avvolgimento secondario a 11 V circa (figura 4) e una lampadina da 12 V - 0,5 A e servendosi di un diodo (D1) di tipo BY127 e di un condensatore elettrolitico da 3.000 μF - 15 Vl., si otterrà una corrente di carica di 0,5 A massimi, adatta per la carica di batterie da 5 ampere-ora.

Il funzionamento di tale circuito ci fa subito comprendere come il diodo, che è un semiconduttore a giunzione, realizzato con due zone P e N di silicio, permetta il flusso della corrente in un sol senso. Infatti, quando sui terminali del diodo si presenta l'alternanza della tensione alternata, così che l'anodo risulta positivo (elettrodo collegato con la lampadina) e il catodo negativo (elettrodo collegato con il condensatore C1), la corrente scorre attraverso il diodo. Nell'alternanza successiva il diodo D1 non conduce e il condensatore elettrolitico C1 si carica di tensione continua il cui valore è stabilito da quello medio della forma d'onda raddrizzata. Poiché l'anodo è collegato con la zona P e il catodo con la zona N, si può concludere dicendo che la barriera di potenziale, che si è formata, impedisce lo scorrimento degli elettroni della zona P a quella N. Nel caso ora analizzato tale barriera è più che sufficiente per arrestare la tensione applicata e gli eventuali picchi di tensione. Il diodo BY127 possiede una barriera di potenziale in grado di arrestare tensioni superiori al migliaio di V!

Il raddrizzatore di figura 4, viene chiamato « raddrizzatore a semionda », perché raddrizza una sola alternanza. In figura 5 è rappresentato il cablaggio del circuito teorico di figura 4.

Il circuito riportato in figura 6 rappresenta il progetto di un raddrizzatore ad onda completa; cioè un raddrizzatore in cui entrambe le alternanze vengono raddrizzate; all'uscita di questo circuito la tensione è molto più uniforme ed è possibile ridurre l'alternanza residua (ronzio) a valori accettabili, anche con un semplice con-

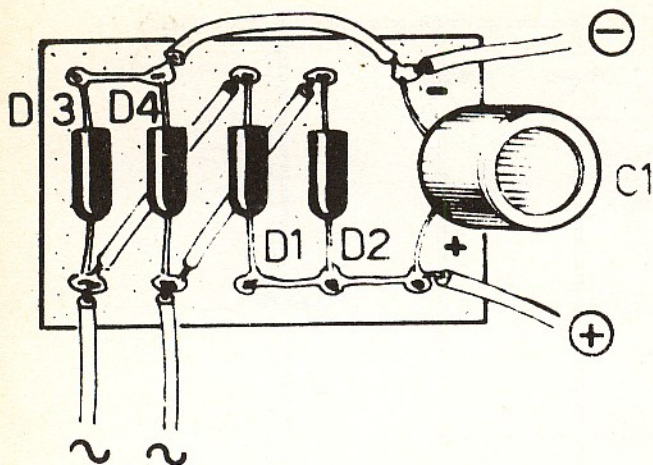



FIG 7 - Cablaggio del raddrizzatore ad onda completa, che può essere utilizzato in accoppiamento con registratori, giradischi e radio portatili.

densatore elettrolitico di sufficiente capacità. Questa disposizione circuitale permette di ottenere un alimentatore semplice ed a bassa resistenza interna; la tensione, cioè, rimane abbastanza costante anche se il carico varia; se si fosse adottato un filtro più complesso, la resistenza non sarebbe risultata così bassa. Le caratteristiche ora evidenziate permettono di utilizzare l'alimentatore di figura 6 in accoppiamento con registratori, giradischi e radio portatili.

La corrente erogabile del circuito è di 1,5 A e la capacità del condensatore elettrolitico C1 deve essere di 3.000 μF almeno. La tensione di uscita, che chiameremo Vo, dipende dalla tensione alternata Va che alimenta il raddrizzatore.
Ponendo Va = 8 V, si ottiene la tensione Vo = 9 V circa. In tal caso la potenza del trasformatore T deve essere di 15 W; assumendo Va = 10 V, si ha Vo = 12 V; in tal caso la potenza del trasformatore T deve essere di 20 W; per Va = 6 V si ha Vo = 6 V e la potenza del trasformatore deve essere di 10 W.

All'atto dell'accensione il condensatore C1 è scarico ed esso rappresenta un elemento di cortocircuito per il raddrizzatore; ma la corrente è limitata dalla resistenza interna del trasformatore T, e per i tipi a bassa potenza è sufficientemente elevata per garantire un picco di corrente largamente tollerato dai diodi.

Il progetto rappresentato in figura 6 prende il nome di raddrizzatore di Graetz. In figura 7 è rappresentata la realizzazione pratica di questo circuito.
E' stato detto che i diodi, quando sono in conduzione, non presentano resistenza nulla, ma sono dotati di un certo valore resistivo che varia a seconda del valore della corrente che attraversa il diodo, a seconda del tipo di diodo e a seconda delle caratteristiche specifiche di un singolo diodo, perché due diodi ben difficilmente presentano caratteristiche identiche. Pertanto, se è necessario aumentare la corrente che attraversa un diodo, si deve ricorrere al collegamento in parallelo. Anche quando si utilizzano diodi dello stesso tipo possono insorgere problemi, perché le resistenze dirette sono diverse e la corrente tende a distribuirsi nei diodi in modo non uniforme, cioè in misura inversamente proporzionale al valore della resistenza diretta di un solo diodo. In tal modo alcuni diodi risulterebbero sovraccarichi, mentre altri rimarrebbero quasi inutilizzati. Per ovviare a tale inconveniente si può ricorrere all'artificio illustrato in figura 8. In questo circuito le resistenze R1-R2-R3-R4 possono avere un valore abbastanza elevato rispetto alla resistenza diretta opposta dal diodo alla massima corrente; in tal caso divengono trascurabili le resistenze dei diodi e si ottiene un sistema equilibratore. In virtù di tale accorgimento si possono anche collegare in parallelo tra di loro dei diodi in grado di sopportare correnti diverse, purché vengano opportunamente dimensionate le varie resistenze.

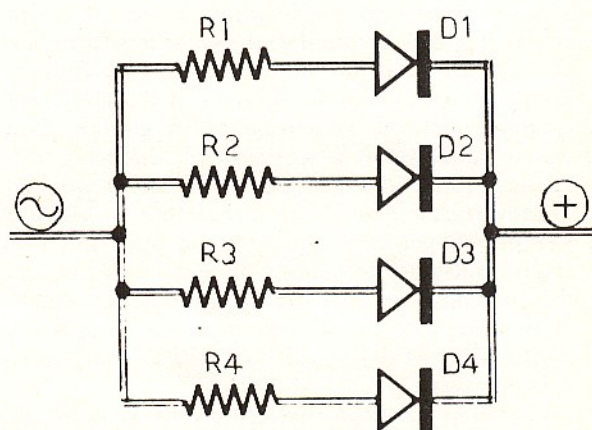



FIG 8 - Quando è necessario aumentare l'intensità di corrente che attraversa il diodo, si deve ricorrere al collegamento in parallelo. Le resistenze, collegate in serie, rappresentano degli elementi equilibratori del sistema.

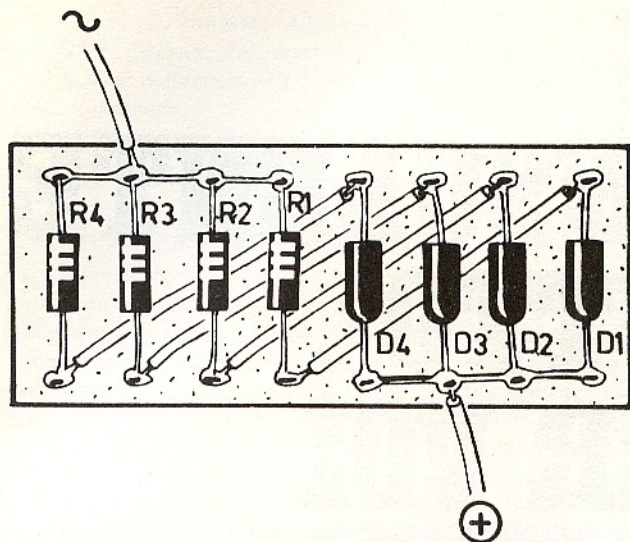



FIG 9 - Piano di cablaggio del sistema raddrizzatore per correnti di una certa intensità. Il collegamento, in serie con i diodi, delle quattro resistenze rappresenta una soluzione del problema della distribuzione non uniforme delle correnti attraverso i semiconduttori.

Ad esempio, per ottenere da quattro diodi di tipo BY127 una corrente di 2,8 A, occorre attribuire alle resistenze R1-R2-R3-R4 il valore di 4,7 ohm - 3 watt. In pratica, quindi, si procede come per il calcolo degli shunt.
Anche la resistenza presentata dai diodi polarizzati in senso inverso non è uguale; pertanto, quando si ricorre al collegamento in serie, per aumentare la tensione inversa sopportabile, si deve ricorrere a taluni accorgimenti, onde evitare che la tensione inversa si stabilisca in misura maggiore su certi diodi (quelli a resistenza inversa maggiore) e in misura minore sugli altri. Il circuito rappresentato in figura 10 interpreta il modo con cui si deve procedere. Per esempio, per elevare a 2.400 V la tensione inversa di picco di lavoro del diodo BY127, occorre conferire alle resistenze R1-R2-R3 il valore di 470.000 ohm; anche in questo caso, dimensionando opportunamente il valore di R1-R2-R3, è possibile abbinare diodi con diverse tensioni di lavoro.

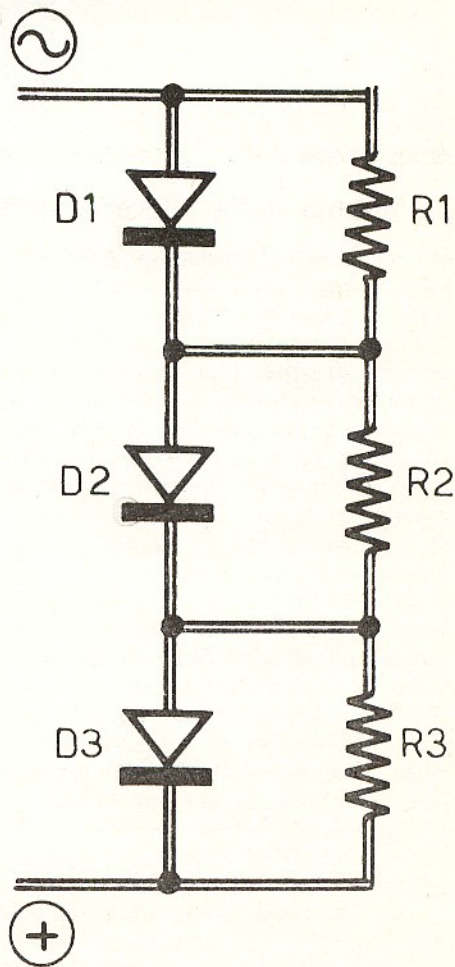
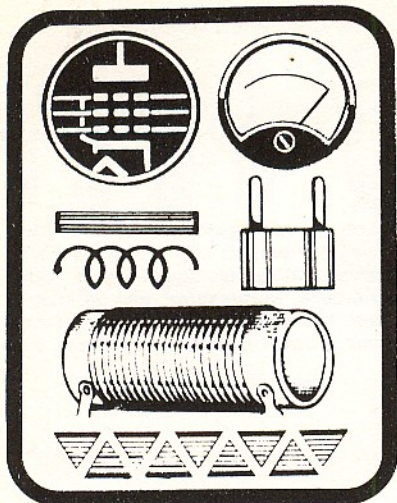



FIG 10 - Quando si ricorre al collegamento in serie di più diodi, per evitare che la tensione inversa si stabilisca in misura maggiore sui diodi a resistenza inversa maggiore e in misura minore sugli altri, si deve ricorrere all'accorgimento proposto da questo semplice progetto, collegando le resistenze R1-R2-R3, che hanno il valore di 470.000 ohm.

UN CONSULENTE TUTTO PER VOI

Tutti i lettori di ELETTRONICA PRATICA, abbonati o no, possono usufruire del nostro servizio di consulenza, rivolgendoci quesiti tecnici inerenti i vari progetti presentati sulla Rivista. Da parte nostra saremo ben lieti di rispondere a tutti, senza distinzione alcuna, pubblicamente, su queste pagine, oppure, a richiesta, privatamente, tramite lettera. Per rimborso spese postali e di segreteria si prega aggiungere alla domanda l'importo di L. 800 (abbonati L. 600) in francobolli.

La bobina della microtrasmittente

Ho acquistato il primo fascicolo della vostra rivista e debbo dirvi che ne sono rimasto entusiasmato. In essa ho intravisto una tradizione editoriale che io coltivavo da tempo ma che poi ho perduto di vista. L'argomento che maggiormente mi ha interessato è stato quello della microtrasmittente ultrasensibile, perché in essa ho riconosciuto un progetto di assoluta attualità, composto da elementi moderni e, soprattutto, da un circuito integrato. Ho in mente quindi di chiedervi quanto prima la scatola di montaggio. Prima, tuttavia, desidererei avere alcuni chiarimenti relativi alla bobina di alta frequenza e ad una resistenza. Dai vostri schemi si arguisce facilmente che le spire della bobina L1 sono in numero di 8; il diametro del filo è ovvio che non può interessare i lettori, dato che esso viene incluso alla scatola di montaggio. Tuttavia è necessario conoscere il diametro interno della bobina, perché se questo non è esatto, cioè non è quello stabilito dai vostri progettisti, il trasmettitore può « uscire » di gamma. Vorrei ancora sapere il valore esatto della resistenza R1 che, a mio avviso, dovrebbe essere di 3.900 ohm. Ancora una domanda: il collegamento dei terminali del microfono può essere realizzato comunque?

GIOVANNAZZI AMILCARE
Pavia

La ringraziamo per la preferenza accordataci e per le cortesi parole rivolteci. Quanto lei afferma all'inizio della sua lettera, risponde pienamente al vero, perché la nostra « équipe » redazionale è da considerarsi una veterana in questo settore, giacché può vantare un'esperienza tecnico-editoriale di più di una decina d'anni.
Per quanto riguarda la nostra microtrasmittente ultrasensibile, dobbiamo dirle che questa ha riscosso un grandissimo successo ovunque e presso tutti gli appassionati di elettronica. I dati costruttivi della bobina L1 sono i seguenti:
spire 8
Ø interno 7 mm.
Ø filo 1,5 mm.

Dunque lei dovrà avvolgere il filo su un perno del diametro di 7 mm. Potrà risultare utile in tal caso il perno di un potenziometro o una punta per trapano.
Per quanto riguarda la resistenza R1 possiamo confermarle che il valore esatto è quello di 3.900 ohm; la successione degli anelli colorati: arancio - bianco - rosso. E veniamo ora alla sua ultima domanda, quella relativa al microfono piezoelettrico. I due terminali del componente vengono tecnicamente definiti: « terminale caldo » e « terminale di massa ». Lei stesso, servendosi di un tester, potrà constatare che uno dei due terminali, più precisamente quello di massa, si tro-

va in intimo contatto elettrico con l'involucro metallico esterno del microfono. Questo terminale verrà collegato con il terminale 10 del circuito integrato.

Più potenza nel lampeggiatore

Finalmente ho trovato in « Elettronica Pratica » la rivista più adatta per la mia attività di semplice appassionato. In essa mi è sembrato di intravedere la continuità di una tradizione didattico-culturale, già toccata da altre pubblicazioni ma non fedelmente perseguita nel tempo. Gli argomenti presentati sono risultati tutti di grande interesse per me e per i miei amici, soprattutto perché essi sono stati proposti in modo da poter essere accettati da tutti, indistintamente, da coloro che sono professionalmente più preparati e da quelli che soltanto da poco tempo si sono avvicinati all'elettronica. Vi ringrazio, dunque, per quanto avete fatto e per ciò che vi proponete di fare. E poiché avete affermato di voler aprire un dialogo con noi lettori, vi pongo subito un mio quesito tecnico.

Devo realizzare il progetto del lampeggiatore elettronico da voi presentato e descritto a pagina 60. Poiché il lampeggiatore deve fungere da elemento di illuminazione, durante le soste di emergenza, nella mia autovettura Fiat 127, non ritengo sufficiente la potenza di 40 W ottenibile, come voi consigliate, utilizzando il transistor AD149 Qual è il vostro parere in proposito?

GASTONE ODERZI
Peschiera del Garda

Poiché lei deve pilotare contemporaneamente l'eccensione di 6 lampadine, perché tante sono quelle degli indicatori di direzione della sua automobile, la potenza di 40 W non è più sufficiente. Ma il circuito può essere potenziato aggiungendo un altro transistor di elevata potenza al germanio, così come indicato nello schema qui riprodotto. Come potrà notare, la base del transistor deve essere collegata con il collettore di TR1. Una sola variante deve essere apportata al circuito originale. Si tratta di correggere il valore della resistenza R2, che con l'alimentazione a 6 V assume il valore di 33 ohm - 5 watt, mentre in quello a 12 V deve essere di 68 ohm - 10 watt. Il transistor più consigliabile è l'AD143, che è un moderno transistor al germanio, prodotto dalla ATES, in grado di commutare carichi fino a 10 A (carichi non induttivi). Nel caso specifico conviene tuttavia limitare la potenza delle lampade, collegate con il collettore del transistor AD143, a 100 W, in modo da conservare un margine di potenza di riserva. Altre lampade, fino a 40 W, possono essere commutate dal transistor AD149 del circuito originale, il quale può sempre essere utilizzato. Il transistor AD143 deve essere montato come l'AD149, tenendo presente che, in questo caso, la custodia deve essere di alluminio, di uno spessore di 2 mm almeno.

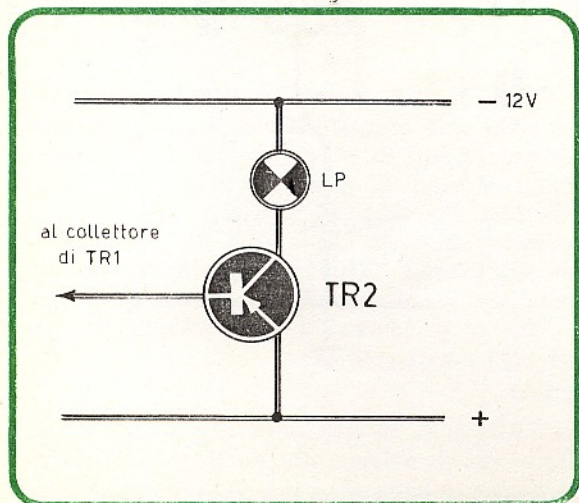
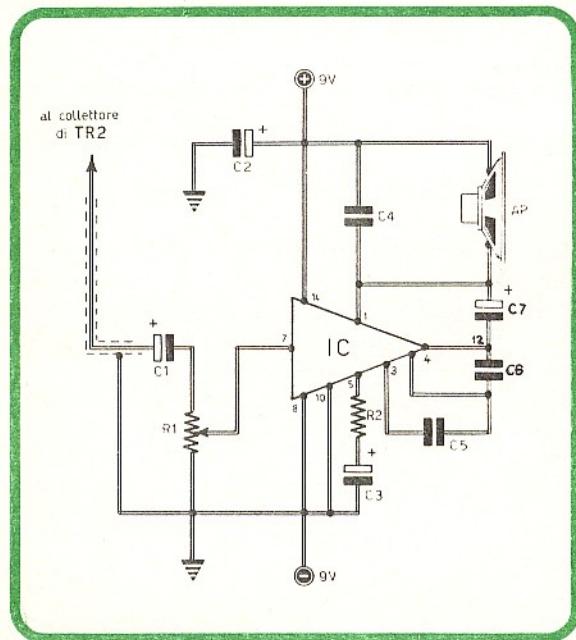
Le onde corte in altoparlante

Ho realizzato il ricevitore per onde corte presentato sul primo fascicolo di « Elettronica Pratica ». Vi posso dire, con tutta sincerità, che sono rimasto molto soddisfatto del funzionamento di questo apparato su entrambe le gamme. Tuttavia, dato che mio figlio ha l'abitudine di far da spettatore alle mie esercitazioni elettroniche, mi riesce un po' difficile programmare un sistema di ascolto comune, cioè far partecipare anche mio figlio alla ricezione in cuffia.

E' possibile ottenere da quel ricevitore l'ascolto in altoparlante?

MARIO GADDO
Cecina

Per un ascolto collettivo delle emittenti radiofoniche, non solo è necessario l'altoparlante, ma occorre anche una certa potenza di uscita. Ma per raggiungere questo scopo occorre munire il ricevitore di un amplificatore di bassa frequenza e di potenza, con uscita a bassa impedenza in modo da poter pilotare un altoparlante magnetodinamico.

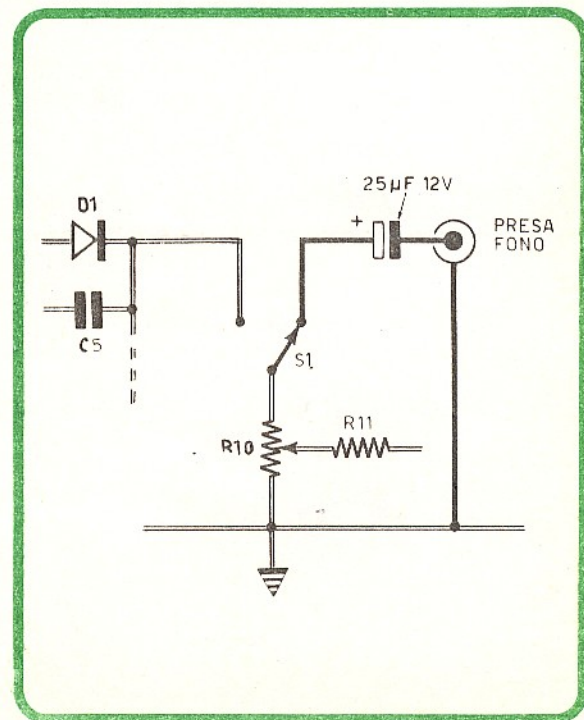
La soluzione tecnica che le proponiamo può aumentare notevolmente le prestazioni del suo ricevitore, perché si tratta veramente di una soluzione d'avanguardia.

In pratica occorre utilizzare un amplificatore di potenza monolitico integrato, tipo TAA611/B della SGS. Alimentando questo circuito con la tensione di 9 V, potrà ottenere, in un altoparlante da 8 ohm, una potenza di oltre 1 W, con una banda che si estende tra i 50 Hz e i 15.000 Hz, con un tasso di distorsione, in ascolto normale, inferiore all'1%; questa potenza è da considerarsi sufficiente anche per l'ascolto su una autovettura. Il circuito è di dimensioni minime e può essere inserito nello stesso contenitore del ricevitore radio. Anche il consumo di energia è basso ed è prettamente legato al volume di ascolto. La stabilità degli stadi finali è automatica e non richiede alcuna taratura della tensione centrale o della corrente di riposo.
Nel realizzare il circuito deve ricordarsi di mantenere separate le due masse: quella del ricevitore e quella dell'aplificatore. Il potenziometro serve per regolare il volume e deve essere di tipo logaritmico.

COMPONENTI

C1	=	25 µF - 12 Vl. (elettrolitico)
C2	=	100 µF - 12 Vl. (elettrolitico)
C3	=	100 µF - 6 Vl. (elettrolitico)
C4	=	100.000 pF
C5	=	56 pF
C6	=	150 pF
C7	=	500 µF - 12 Vl. (elettrolitico)
R1	=	22.000 ohm (potenz. a variaz. log.)
R2	=	27 ohm
IC	=	circuito integrato (TAA611/B)
AP	=	altoparlante (8 ohm - 1 watt)

Le presa fono nel TICO-TICO

Ho realizzato il ricevitore TICO-TICO da voi inviatomi in scatola di montaggio e sono rimasto molto soddisfatto. Soprattutto perché la resa sonora del ricevitore è risultata superiore ad ogni mia previsione. Questa graditissima sorpresa mi ha fatto venire l'idea di utilizzare gli stadi di bassa frequenza in abbinamento con il mio mangianastri, allo scopo di ottenere un ascolto migliore. E' possibile, in qualche modo, concretare questa mia idea?
E' ovvio che questa eventuale variante non dovrebbe comportare un lavoro tecnico notevole e neppure alterare l'estetica del ricevitore.

RENATO VASOIN
Montagnana

Le prestazioni del TICO-TICO, specialmente quelle relative alla sua musicalità, sono davvero notevoli, soprattutto se si tiene conto del tipo di ricevitore tascabile e delle sue dimensioni.
Il suo problema può essere risolto facilmente, perché si tratta di aggiungere al circuito un deviatore a slitta, un condensatore elettrolitico e una presa jack microminiatura, tenendo presente lo schema elettrico qui raffigurato. Ricorrendo al montaggio di componenti sufficientemente piccoli, non sussistono problemi di cablaggio. Il collegamento, così effettuato, si presta ottimamente per l'abbinamento con circuiti dotati di tensione positiva a massa. Se il suo mangianastri è di questo tipo, è sufficiente collegare la presa fono del

ricevitore con l'uscita della cuffia o amplificatore esterno del suo registratore.
Per apparati con linea di tensione negativa a massa, è sempre possibile realizzare questo stesso circuito, anche se possono insorgere ronzii o inneschi. In quest'ultimo caso si deve ricorrere ad un trasformatore microfonico, per isolare i due circuiti, oppure si realizzano particolari accorgimenti che richiedono l'esame specifico dei tipi di apparati che si vogliono abbinare.

Picofarad o microfarad?

Ho acquistato il primo numero di « Elettronica Pratica » e l'ho trovata una rivista di mio gusto e assolutamente interessante. Non mi ha per nulla impressionato la sigla pF, in sostituzione di µF, apposta in corrispondenza dei condensatori elettrolitici. Sono certo che si tratta di un... neo tipografico, inevitabile quando una Rivista così impegnata come la vostra sta prendendo il « volo ». Potete confermarmi la mia obiezione?

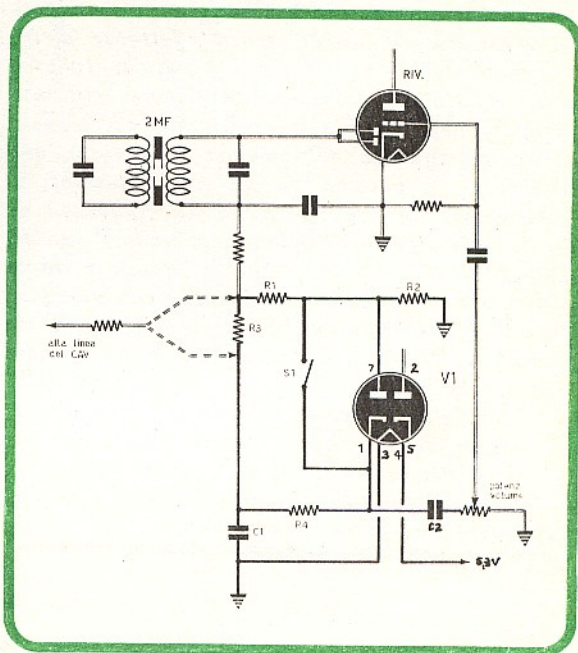
FRANCO GIANCOLA
Bari

Nell'enfasi del battesimo anche il... sermone può essere infiorato di errori grammaticali o di interpunzione. E' capitato così anche per la nostra Rivista. Ma le assicuriamo che ogni inesattezza rimarrà relegata soltanto al primo fascicolo della rivista, perché le nostre attenzioni saranno maggiori ed anche la diligenza tipografica non verrà meno. Altri lettori ci hanno mosso lo stesso garbato rimprovero, anche se hanno ben capito che la misura dei condensatori elettrolitici si effettua in microfarad (µF) e non in picofarad (pF).

Noise Limiter

Sono un appassionato dell'ascolto delle onde corte, ma con il mio ricevitore, di tipo commerciale, la ricezione non è esente da disturbi, soprattutto quando in prossimità della mia abitazione transitano molti autoveicoli. Sapreste consigliarmi un tipo efficace di NOISE LIMITER, cioè un circuito eliminatore di disturbi da inserire nel mio apparecchio radio a valvole?

MIRKO LUZZATI
Gorizia

Pubblichiamo qui lo schema di un NOISE LIMITER pilotato da una valvola di tipo 6AL5. Tenga conto che la parte di circuito a linea più grossa è quella del LIMITER; la rimanente parte del circuito, disegnata a riga doppia, si riferisce allo stadio rivelatore.
Quando l'interruttore S1 è aperto, il NOISE LIMITER lavora; quando l'interruttore S1 è chiuso, il NOISE LIMITER risulta cortocircuitato e, conseguentemente, escluso dal circuito. La linea del CAV potrà essere collegata a monte o a valle della resistenza R3. In pratica lei dovrà provare entrambe le soluzioni, tenendo per buona quella che le darà i migliori risultati.

COMPONENTI

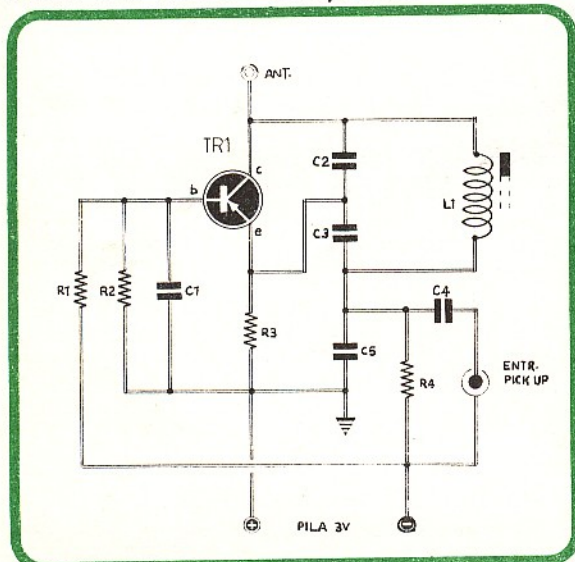
C1	=	10.000 pF
C2	=	10.000 pF
R1	=	250.000 ohm
R2	=	250.000 ohm
R3	=	1 megaohm
R4	=	1 megaohm
V1	=	6AL5

Una trasmittente per giradischi

L'ascolto ottenuto con il mio ricevitore a transistor per onde medie, munito di stadi di bassa frequenza ad alta fedeltà è perfetto. Per tale motivo mi sono proposto di collegare il pick-up del mio giradischi, di tipo molto economico, con la presa fono del radioricevitore. Purtroppo, dopo aver effettuato tale collegamento, mi sono accorto che il livello sonoro ottenuto era basso e di pessima qualità. Quale soluzione mi propo-

nete di adottare per risolvere questo mio problema tecnico?

ALDO ANFOSSI
Roma

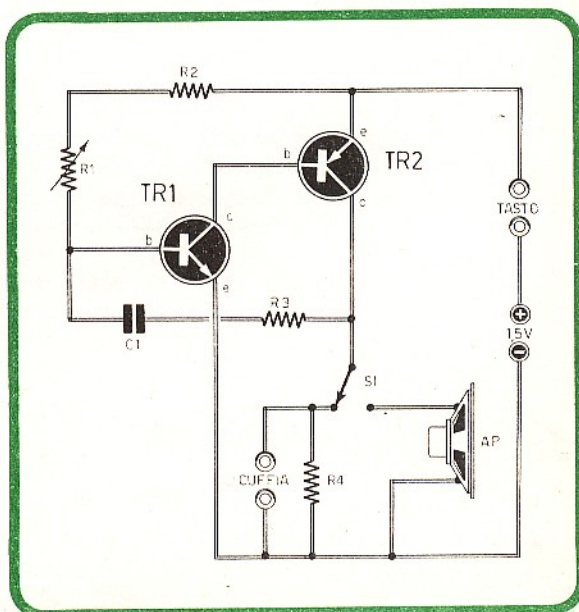
Con tutta probabilità la presa fono del suo ricevitore presenta un'impedenza che non è adatta per il pick-up del suo giradischi che, quasi certamente, sarà di tipo a cristallo.
Il suo problema potrebbe essere risolto facendo ricorso ad un adattatore di impedenza, ma noi le consigliamo un'altra e più interessante soluzione, che le permetterà di raggiungere un perfetto ascolto dei dischi, senza effettuare alcun collegamento fra la radio e il giradischi. In pratica si tratta di realizzare una piccola emittente in onde medie, che viene modulata dal segnale di bassa frequenza del pick-up. Il circuito, qui presentato, è pilotato da un solo transistor, il quale oscilla in alta frequenza. La frequenza di oscillazione viene controllata regolando il nucleo della bobina L1. Il consumo del circuito è ridottissimo e l'alimentazione è ottenuta con una pila da 3 V. Nel caso in cui lei volesse sistemare il ricevitore radio ad una certa distanza dal giradischi, dovrà servirsi di un filo conduttore della lunghezza di 2-3 metri, inserendolo nella presa di antenna del ricevitore. Il nucleo di ferrite deve essere regolato in modo da ottenere la ricezione in un punto della scala del ricevitore in cui non vi sono emittenti radiofoniche.

COMPONENTI

C1 = 20.000 pF
C2 = 75 pF
C3 = 75 pF
C4 = 5.000 pF
C5 = 2.000 pF
R1 = 10.000 ohm
R2 = 4.300 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
L1 = bobina per OM munita di ferrite
TR1 = 2N321 - AF124 - OC44
PILA = 3 volt

Trasmissioni in codice Morse

Vorrei costruire un oscillatore di bassa frequenza per esercitarmi nello studio del codice Morse. Il circuito dovrebbe essere adatto per l'ascolto in cuffia o in altoparlante e dovrebbe possedere anche un controllo di tonalità. E' ovvio che sarei interessato alla realizzazione di un circuito transistorizzato ed alimentato con pile.

ANGELO SERBELLONI
Crema

Risolviamo il suo problema progettando questo semplice circuito, che è pilotato da un transistor di tipo PNP e da uno di tipo NPN. I requisiti da lei richiesti sono tutti rispettati e il circuito è alimentato con una pila da 1,5 V.

COMPONENTI

C1 = 470.000 pF
R1 = 50.000 ohm (potenz. regolat. tono)
R2 = 1.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 5 ohm
TR1 = 2N170 (AC127)
TR2 = 2N107 (AC126)
AP = altoparlante (3 - 5 ohm)
S1 = deviatore

ABBO NA TEVI

L'ALLEGATO MODULO DI C/C POSTALE PUO' ESSERE UTILIZZATO PER EFFETTUARE L'ABBONAMENTO A ELETTRONICA PRATICA E PER LA RICHIESTA DI FASCICOLI ARRETRATI, DI SCHEMI, CONSULENZA TECNICA E DI TUTTO IL MATERIALE OFFERTO DALLA NOSTRA RIVISTA. SI PREGA DI SCRIVERE CHIARAMENTE E DI PRECISARE NELL'APPOSITO SPAZIO LA CAUSALE DEL VERSAMENTO.

ABBO NA TEVI

Indicare a tergo la causale del versamento

Servizio dei Conti Correnti Postali

Certificato di allibramento

Versamento di L. .... (in cifre)

eseguito da ....

residente in ....

via ....

sul c/c N. 3/26482

intestato a: ....

ELETTRONICA PRATICA

20125 MILANO - Via Zuretti, 52

Addì (1) .... 19 ....

Bollo lineare dell'Ufficio accettante

N. ....

del bollettario ch. 9

Bollo a data

SERVIZIO DEI CONTI CORRENTI POSTALI

Bollettino *per un versamento di L.* .... (in cifre)

Lire .... (in lettere)

eseguito da ....

residente in ....

via ....

sul c/c N. 3/26482

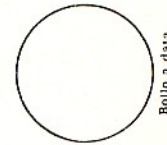
intestato a: ELETTRONICA PRATICA

20125 MILANO - Via Zuretti, 52

Firma del versante ....

Addì (1) .... 19 ....

Bollo lineare dell'Ufficio accettante

Tassa di L. ....

Cartellino del bollettario

Bollo a data

Mod. ch 8-*bis*
Ediz. 1967

L'Ufficiale di Posta ....

(1) ***La data deve essere quella del giorno in cui si effettua il versamento.***

Servizio dei Conti Correnti Postali

Ricevuta *di un versamento*

di L.(*) .... (in cifre)

Lire(*) .... (in lettere)

eseguito da ....

sul c/c N. 3/26482

intestato a: ELETTRONICA PRATICA

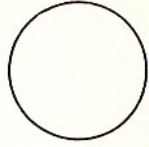
20125 MILANO - Via Zuretti, 52

Addì (1) .... 19 ....

Bollo lineare dell'Ufficio accettante

Tassa di L. ....

numerato di accettazione

L'Ufficiale di Posta ....

Bollo a data

(*) Sbarrare con un tratto di penna gli spazi rimasti disponibili prima e dopo l'indicazione dell'importo.

Spazio per la causale del versamento. (La causale è obbligatoria per i versamenti a favore di Enti e Uffici pubblici).

Parte riservata all'Ufficio dei Conti Correnti.

AVVERTENZE

Il versamento in conto corrente è il mezzo più semplice e più economico per effettuare rimesse di denaro a favore di chi abbia un C/C postale.

Per eseguire il versamento il versante deve compilare in tutte le sue parti, a macchina o a mano, purchè con inchiostro, nero o nero bluastro, il presente bollettino (indicando con chiarezza il numero e la intestazione del conto ricevente qualora già non vi siano impressi a stampa).

Per l'esatta indicazione del numero di C/C si consulti l'Elenco generale dei correntisti a disposizione del pubblico in ogni ufficio postale.

Non sono ammessi bollettini recanti cancellature, abrasioni o correzioni.

A tergo dei certificati di allibramento, i versanti possono scrivere brevi comunicazioni all'indirizzo dei correntisti destinatari, cui i certificati anzidetti sono spediti a cura dell'Ufficio conti correnti rispettivo.

Il correntista ha facoltà di stampare per proprio conto i bollettini di versamento, previa autorizzazione da parte dei rispettivi Uffici dei conti correnti postali.

La ricevuta del versamento in C/C postale, in tutti i casi in cui tale sistema di pagamento è ammesso, ha valore liberatorio per la somma pagata, con effetto dalla data in cui il versamento è stato eseguito (art. 105 - Reg. Esec. Codice P.T.).

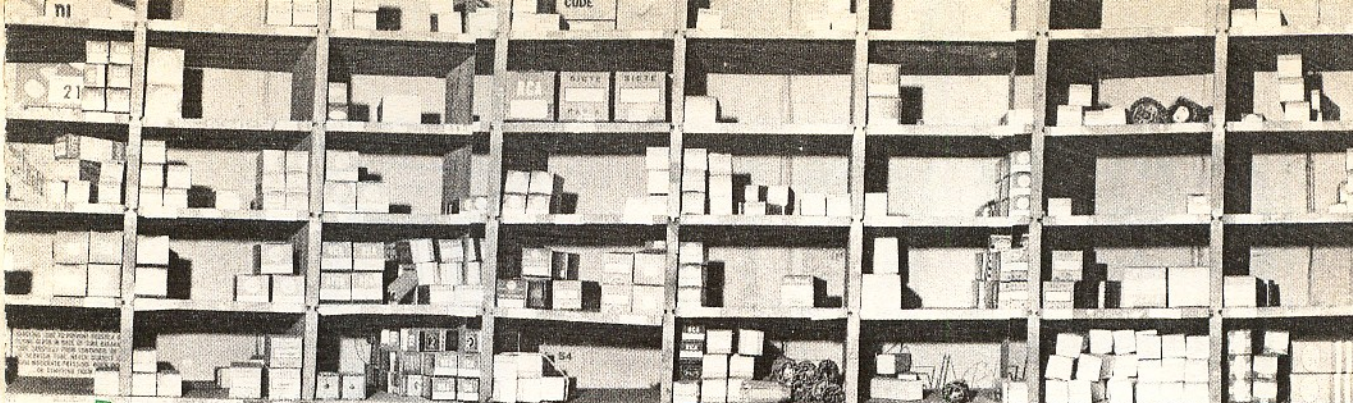
La ricevuta non è valida se non porta il cartellino o il bollo rettangolare numerati.

FATEVI CORRENTISTI POSTALI!

Potrete così usare per i Vostri pagamenti e per le Vostre riscossioni il

POSTAGIRO

esente da qualsiasi tassa, evitando perdite di tempo agli sportelli degli uffici postali

ABBO
NA
TEVI

IL NOSTRO MAGAZZINO AL VOSTRO SERVIZIO

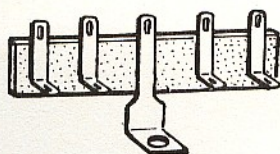
IN QUESTA RUBRICA VENGONO PRESENTATI AL LETTORE, MENSILMENTE E IN ORDINE ALFABETICO, I PRINCIPALI PRODOTTI ELETTRONICI POSTI IN VENDITA DA ELETTRONICA PRATICA. QUESTE STESSE PAGINE, A LUNGO ANDARE, SE ORDINATAMENTE RACCOLTE E CATALOGATE, POTRANNO FORMARE UN CATALOGO-GUIDA, DI FACILE E RAPIDA CONSULTAZIONE ED UNA GARANZIA DI SICURA REPERIBILITA' COMMERCIALE DEI VARI COMPONENTI NECESSARI PER LA REALIZZAZIONE DEI VARI PROGETTI PRESENTATI E DESCRITTI SULLA RIVISTA. SI TENGA PRESENTE CHE I PREZZI CITATI HANNO SOLTANTO UN VALORE ATTUALE, PERCHE' QUESTI COL PASSARE DEI MESI, POSSONO SUBIRE QUALCHE VARIAZIONE. ANCHE IN QUESTO CASO OGNI EVENTUALE ORDINE DEVE ESSERE EFFETTUATO VERSANDO ANTICIPATAMENTE L'IMPORTO A MEZZO VAGLIA O c.c.p. N. 3/26482. INDIRIZZATO A ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - VIA ZURETTI 52.

ANTENNA A STILO DI USO GENERALE

Elementi: 6

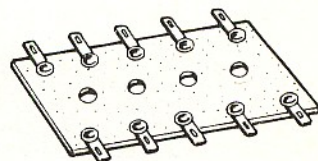
Fissaggio: a ghiera

Lunghezza: 650 mm.

Prezzo: 900 Lire

ANCORAGGIO SEMPLICE

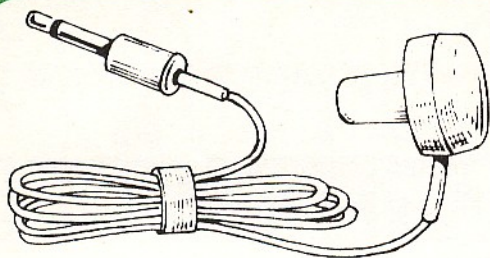
Passo: 8 mm.

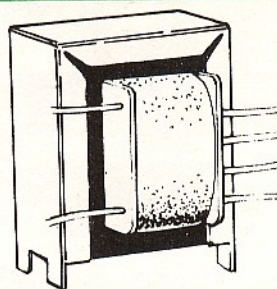
Posti: 5 - 8 - 12

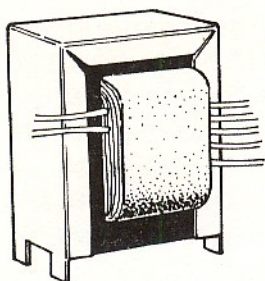
Prezzo: 5 lire al posto

ANCORAGGIO DOPPIO

Passo: 10 mm.

Larghezza: 45 mm.

Prezzo: 700 Lire al metro

AURICOLARE MAGNETICO

Impedenza:	8 ohm
Lungh. cordone:	1 metro
Diametro spinotto:	2,5 . oppure 3,5 mm.
Prezzo:	**250 Lire**

AUTOTRASFORMATORE D'ALIMENTAZIONE

Potenza	45 VA
Tensioni:	0 - 6,3 - 70 - 110 - 140 - 160 - 220
Prezzo:	**950 Lire**

AUTOTRASFORMATORE D'ALIMENTAZIONE

Potenza:	65 VA
Tensioni:	0 - 6,3 - 125 - 140 - 160 - 220
Prezzo:	**1.200 Lire**

BOCCOLA IN OTTONE FONDO APERTO

Isolamento:	in bachelite
Foro:	Ø 4 mm.
Colori:	assortiti
Prezzo:	**40 Lire**

BOCCOLA A MORSETTO

Foro in testa:	4 mm.
Lungh. totale:	38 mm.
Colori:	rosso - nero
Prezzo:	**170 Lire**

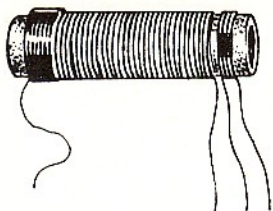
BOBINA CORBETTA CS. 1 PER RICEVITORI A REAZIONE

Fissaggio:	a vite
Prezzo:	**380 Lire**

BOBINA CORBETTA CS. 2 AEREO PER RICEVITORI OM

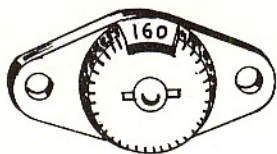
Fissaggio:	a vite
Prezzo:	**350 Lire**

BOBINA CORBETTA CS. 3BE OSCILLATRICE PER RICEVITORI OM

Fissaggio:	a vite
Prezzo:	**330 Lire**

BOBINA AEREO PER RICEVITORI A TRANSISTOR

Diametro:	80 mm.
Diametro:	100 mm.
Prezzo:	**250 Lire**

CAMBIOTENSIONE MICRON ROTATIVO IN BACHELITE STAMPATA

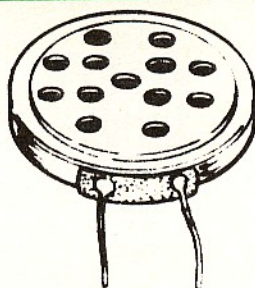
Distanza fori fissaggio:	23 mm.
Prezzo:	**80 Lire**

CAMBIOTENSIONE NORMALE ROTATIVO IN BACHELITE STAMPATA

Distanza fori fissaggio:	32 mm.
Prezzo:	**100 Lire**

CAMBIOTENSIONE LINEARE IN BACHELITE STAMPATA

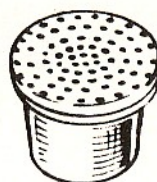
Posizioni:	5
Prezzo:	**150 Lire**

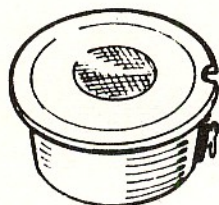
CAPSULA PIEZOELETTRICA

Diametro:	32 mm.
Altezza:	12 mm.
Peso:	6 gr.
Impedenza:	2.700 ohm
Prezzo:	**650 Lire**

CAPSULA PIEZOELETTRICA

Diametro:	36 mm.
Altezza:	7 mm.
Peso:	10 gr.
Impedenza:	2.700 ohm
Frequenza:	50 ÷ 10.000 Hz
Prezzo:	**1.200 Lire**

CAPSULA PIEZOELETTRICA

Diametro:	45 mm.
Altezza:	14 mm.
Peso:	15 gr.
Impedenza:	2.700 ohm
Frequenza:	50 ÷ 10.000 Hz
Prezzo:	**1.500 Lire**

CAPSULA MAGNETICA

Diametro:	13,5 mm.
Altezza:	13 mm.
Peso:	7 gr.
Impedenza:	200 ohm
Prezzo:	**1.200 Lire**

CAPSULA MAGNETICA

Diametro:	20 mm.
Altezza:	15 mm.
Peso:	16 gr.
Impedenza:	200 ohm
Prezzo:	**1.200 Lire**

CLIPS PER VALVOLE IN BRONZO ARGENTATO

Bustina da 10 pezzi: 20 Lire

CLIPS PER VALVOLE IN OTTONE ARGENTATO

Bustina da 10 pezzi: 20 Lire

I MAGNIFICI 2

radiotelefoni giapponesi per la

CITIZEN BAND

WALKIE TALKIE

Frequenza di lavoro: 27 MHz
Potenza: 100 mW
7 transistor -
Prechiamata a pulsante
Controllo a quarzo.
Alimentazione: 9 V

LA COPPIA A SOLE

15.500 LIRE

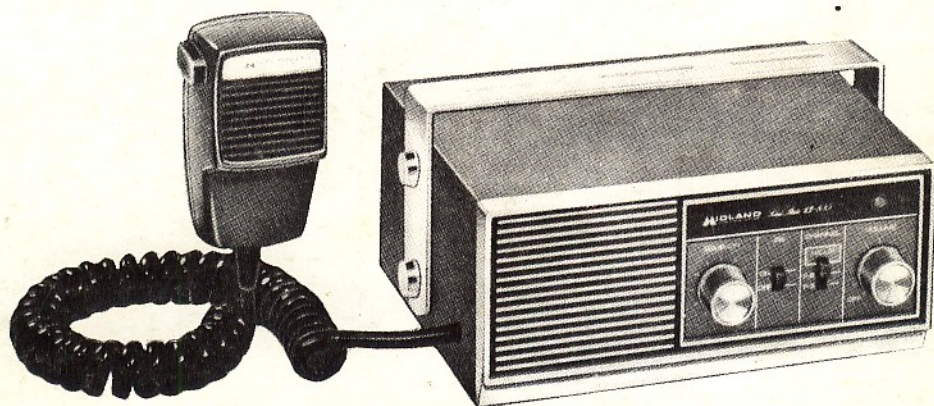
Richiedeteceli inviando l'importo a mezzo vaglia postale o c.c.p. n. 3/26482 intestato a ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - VIA ZURETTI, 52.

UN'OCCASIONE UNICA

PER TUTTI I LETTORI DI ELETTRONICA PRATICA E PER GLI APPASSIONATI DELLA CITIZEN BAND

LA RICETRASMITTENTE

MIDLAND INTERNATIONAL

a sole L. 65.000!

- Ricezione sensibile supereterodina a singola conversione,
- Controllo automatico di guadagno « AGC » impedisce l'affievolimento e gli impulsi e rende più audibili i segnali deboli.
- Circuiti: limitatore automatico di disturbi « A.N.L. » e antirumore, « squelch ».
- Modulazione acustica di alto livello (Classe B), push-pull.
- Dispositivo per usare il Ricetrasmittente come amplificatore « P.A. » con l'aiuto di un altoparlante esterno.
- Spia luminosa che si accende quando è in trasmissione.
- Corredato dei quarzi per il canale 9 (27.065 MHz).

CARATTERISTICHE TECNICHE

Frequenza	Canale 9 (27.065 MHz) funzionante, gli altri canali senza quarzi.
Semiconduttori	15 transistors, 4 diodi, 2 varistor, 1 termistor.
Potenza di ingresso	5 Watt allo stadio finale.
Uscita in RF	Oltre 2 Watt.
Comandi	Commutatore per i 3 canali, manopole per l'accensione e per antidisturbi variabile, volume.
	Oscillatore controllato a quarzo, seguito da un amplificatore di potenza in RF.
Tolleranza di frequenza	± 0.005 % (gamma di temperatura — 20 °C a + 50 °C).
Modulazione acustica	Alto livello (classe B).
Ricevente	Supereterodina a singola conversione con stadio RF sintonizzato, circuito AGC e ANL.
Sensibilità in ricezione	0.5 microvolt per 10 dB S/N+N.
Selettività in ricezione	± 3 KHz a 6 dB.
Media Frequenza	455 KHz.
Altoparlante/Microfono	Dinamico parla-ascolta con cavo di cm 120
Impedenza dell'antenna	52 ohm.
Alimentazione	12-16 Volt.
Dimensioni	Larghezza mm 125, altezza mm 75, profondità mm 175.
Peso	Kg 2.3 ca.
Accessori in dotazione	— Microfono con cavo. — Cavo di alimentazione. — Gancio per il microfono. — Supporto di montaggio.

Le richieste devono essere effettuate versando anticipatamente l'importo di Lire 65.000 (spese di spedizione comprese) a mezzo vaglia o c.c.p. numero 3/26482 intestato a ELETTRONICA PRATICA, Via Zuretti 52 - 20125 Milano